



SARA FILIPA **Melhoria do desempenho de revestimento exterior**
CAMPINHO MOREIRA **com placas de cortiça natural**



**SARA FILIPA
CAMPINHO MOREIRA**

**Melhoria do desempenho de revestimento exterior
com placas de cortiça natural**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizada sob a orientação científica do Doutor Miguel Nuno Lobato de Sousa Monteiro de Moraes, professor auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, sob a coorientação da Doutora Ana Luísa Pinheiro Lomelino Velosa, professora associada do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

Ao Isidro, à Rosa e ao Bruno.

"If I'd observed all the rules, I'd never have got anywhere."

Marilyn Monroe

o júri

presidente

Professor Doutor Joaquim Miguel Gonçalves Macedo

Professor auxiliar no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

Professora Doutora Maria Isabel Morais Torres

Professora auxiliar na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Professor Doutor Miguel Nuno Lobato de Sousa Monteiro de Morais

Professor auxiliar no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

agradecimentos

Os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que colaboram na realização do presente trabalho e aos que me acompanharam ao longo do meu percurso académico.

Ao meu orientador, professor Miguel Morais pela orientação, disponibilidade, atitude construtiva e diálogo que possibilitou outras perspetivas de análise ao longo deste trabalho. Obrigada pela paciência.

À professora Ana Velosa, minha coorientadora, pela disponibilidade e acompanhamento, pela partilha de conhecimento e atitude participativa.

No laboratório de Engenharia Civil, agradeço à engenheira Maria Carlos e ao Sr. Vítor pela disponibilidade e ajuda na realização dos ensaios laboratoriais.

No departamento de Geociências, ao professor Fernando Rocha, Cristiana Costa, Manuela Jorge e em especial à Engenheira Denise Terroso, pela disponibilidade, partilha de conhecimento e pela ajuda na concretização do ensaio de análise de microscopia óptica.

No departamento de Engenharia de Materiais e Cerâmica, ao Guilherme Ascensão pela ajuda incansável e disponibilidade no ensaio de condutividade térmica.

Às empresas Diera e Consorima, respectivamente ao Sr. António Ramos e Sr. Carlos Fonseca, pela disponibilidade e disponibilização dos materiais.

À DOFcork, S.A, pela disponibilização dos materiais. Em especial à engenharia Angélica Rocha, pela disponibilidade, ajuda e partilha de conhecimento.

Aos meus colegas do DECivil, obrigada por todos os momentos memoráveis ao longo desta etapa.

A todos aqueles que tive a sorte de me cruzar, os meus Godis e ao GrETUA. Obrigada por terem partilhado comigo o vosso mundo e as vossas perspetivas. Obrigada por me terem deixado fazer parte das maiores e melhores experiências.

Aos meus portugueses favoritos “Sai da Frente Guedes”, obrigada por todos os momentos de aprendizagem ou não, pelos mil cafés, desabafos e planos não realizados. Em especial, ao Ruben Ribeiro, Diogo Moreira, Gonçalo Barias, Pedro Bessa e Raquel Rocha.

À Sara Moutinho, obrigada por estes 20 anos, que venham muitos mais de conquistas independentemente do canto do mundo sorteado. Obrigada pelos salvamentos de português, pelas gargalhadas enquanto me tornava disléxica. Obrigada por todos os “não concordo”.

À Rita Pereira, pela sempre presente paciência e amizade. Obrigada por fazeres “sala comigo”.

À Mariana Moreira, pelas 1000 discussões e 1001 oportunidades. Obrigada por teres estado sempre por perto.

À Maria Soares, pela entrada relâmpado e imprevisível na minha vida. Obrigada por serem sempre duas pipocas. “Amizade é igual ao vinho. Quanto mais velho, melhor fica!”.

Por fim e não menos importante, à minha família, em especial aos meus pais, irmão e avós maternos por todas as palavras de incentivo e força. Pela incansável paciência, só assim foi possível chegar aqui.

Um sincero obrigada a todos que me possibilitaram subir mais um degrau, um dos muitos.

palavras-chave

Cortiça, aglomerado de cortiça natural, revestimento exterior, fachadas.

resumo

A cortiça é uma matéria-prima natural, biodegradável, renovável e reciclável. Estes benefícios permitem que este recurso tenha uma diversidade de aplicações, entre elas o setor da construção. Assim, é considerada no património edificado como uma solução que contribui para sustentabilidade da construção.

O aglomerado de cortiça como isolamento térmico e acústico é uma solução inovadora de revestimento exterior. Há dois tipos de aglomerado de cortiça: aglomerado negro e aglomerado de cortiça natural. Estes dois tipos de aglomerado apresentam processos distintos de fabrico, sendo que o aglomerado de cortiça natural é composto por grânulos de cortiça e resina aglutinante. Enquanto que no fabrico do aglomerado negro, os grânulos de cortiça são sujeitos a temperaturas elevadas, sofrendo assim expansão e libertaram a sua própria resina (suberina). Os grânulos de cortiça provêm de matérias primas como: cortiça virgem, aparas e de desperdícios de outras aplicações, como o fabrico de rolhas, discos entre outros. Assim, as placas de aglomerado de cortiça natural apresentam-se como um material sustentável, resultante de resíduos de cortiça industriais.

Neste contexto, o presente documento tem como objetivo estudar o comportamento de placas de aglomerado de cortiça natural (cortiPAN) com adição de diferentes produtos impermeabilizantes. Inicialmente, procedeu-se a uma pesquisa de produtos impermeabilizantes com propriedades apropriadas para serem empregues no aglomerado de cortiça, delineando-se o plano de ensaios laboratoriais físico-químicos.

A campanha de ensaios laboratoriais definiu-se com a finalidade principal de determinar o valor de absorção de água, de condutividade térmica e avaliar o desempenho quando sujeitas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado. Assim, é realizada uma análise comparativa do comportamento das placas com a adição dos distintos produtos impermeabilizantes como solução de revestimento exterior.

As placas cortiPAN com adição dos produtos impermeabilizantes revelaram uma melhoria de desempenho nos parâmetros avaliados. Destacando, assim uma diminuição do valor de absorção de água e o comportamento quando sujeitas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado, uma menor perda de massa e menores alterações visuais.

keywords

Cork, natural cork agglomerate, exterior cladding, facades.

abstract

Cork is a natural, biodegradable, renewable and recyclable raw material. It can be considered in the construction sector as an interesting resource with a variety of applications. Therefore, cork is considered as a construction solution that promotes a sustainable development.

Currently, cork agglomerate is used as an thermal and acoustic isolation. It is also used an innovative option on exterior coating. There are two kinds of cork agglomerate differentiated by the manufacturing process: black agglomerate and natural cork agglomerate. This last one is produced from cork granules and a binder resin, while in the other one the cork granules are exposed to elevated temperatures that allow there expansion and the release of their own natural resin. The granules come from the first cork extracted straight from the oak and other cork industrial wastes, such as, for example, manufacturing stoppers, and disks, among others. Thus, natural cork plates are a sustainable material.

The present document aims to study the behaviour of natural cork agglomerate plates (cortiPAN) with different applied waterproofing products. After a research of suitable waterproofing products, a set of physical and chemical laboratory tests were performed to determine the following parameters: water absorption, thermal conductivity and behaviour in artificial accelerated aging. Therefore, a comparative behaviour analysis was performed to determine which combination of plates and waterproofing products make a viable solutions for exterior coating. CortiPAN plates with waterproofing products revealed an improvement in the performance of the assessed parameters, through a decrease in the water absorption value and at the artificial accelerated aging test a lower mass loss and lesser visual changes.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABELAS	XVII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIX
LISTA DE ACRÓNIMOS	XXIII
NOMENCLATURA	XXV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Considerações gerais	1
1.2. Objetivos propostos.....	3
1.3. Estrutura da dissertação.....	4
2. A CORTIÇA E OS AGLOMERADOS DE CORTIÇA.....	7
2.1. O que é a cortiça	7
2.2. Estrutura e composição da cortiça.....	8
2.3. História da cortiça	10
2.4. Produção de produtos de cortiça	11
2.4.1. Granulados de cortiça	12
2.4.2. Aglomerados de cortiça.....	13
2.5. Aplicações da cortiça no mercado da construção civil.....	14
2.6. Aglomerado de cortiça natural	16
2.6.1. Características técnicas do cortiPAN	17
2.6.2. Aglomerados de cortiça aplicados como solução de revestimento exterior	18
2.6.2.1. Classificação dos revestimentos exteriores de paredes.....	18
2.6.2.2. Exigências funcionais das paredes exteriores	19
2.6.2.3. Placas de aglomerado de cortiça existentes no mercado	21
2.6.2.4. Patologias das placas de aglomerado.....	23
3. PRODUTOS IMPERMEABILIZANTES E MÉTODOS DE ENSAIO.....	25
3.1. Identificação das amostras cortiPAN	25
3.2. Descrição dos produtos impermeabilizantes.....	26
3.3. Descrição da aplicação dos produtos impermeabilizantes	28
3.3.1. Etapas de aplicação por imersão	28
3.3.2. Etapas de aplicação por pulverização.....	30
3.4. Métodos dos ensaios laboratoriais	30
3.4.1. Ensaio de absorção de água por imersão parcial: curta duração	31
3.4.2. Ensaio de envelhecimento artificial acelerado	35
3.4.3. Ensaio de determinação da planeza.....	39
3.4.4. Ensaio de análise de microscopia óptica	41

3.4.5. Ensaio de condutividade térmica	43
4. DISCUSSÃO DE RESULTADOS	47
4.1. Análise visual das amostras.....	47
4.2. Ensaio de absorção de água por imersão parcial: curta duração.....	49
4.3. Ensaio de envelhecimento artificial acelerado.....	54
4.3.1. Registo fotográfico das amostras	54
4.3.2. Registo das massas das amostras	65
4.4. Ensaio de determinação da planeza	73
4.5. Ensaio de análise de microscopia óptica	75
4.6. Ensaio de condutividade térmica.....	78
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
5.1. Conclusões.....	83
5.2. Sugestões para desenvolvimentos futuros.....	85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXO A. INFORMAÇÃO TÉCNICA DOS PRODUTOS	
IMPERMEABILIZANTES.....	93
A.1.Ficha técnica: HERFINA 35059	93
A.2.Ficha técnica: HERLENE 35014	94
A.3.Ficha técnica: TEGOSIVIN 328	95
A.4.Ficha técnica: SITREN	96
A.5.Ficha técnica: CORKGARD WB-FACHADAS.....	97
ANEXO B. TRABALHO EXPERIMENTAL	99
B.1. Ensaio de absorção de água por imersão parcial: curta duração	99
B.1.1. Fase A – Amostras sem envelhecimento artificial acelerado.....	99
B.1.2. Fase B – Amostras submetidas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado	101
B.2. Ensaio de envelhecimento artificial acelerado	103
B.3. Ensaio de determinação da planeza	121
B.3.1. Fase A – Amostras sem envelhecimento artificial acelerado.....	121
B.3.2. Fase B – Amostras submetidas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado	121
B.4. Ensaio de condutividade térmica	122
B.4.1. Fase A – Amostras sem envelhecimento artificial acelerado.....	122
B.4.2. Fase B – Amostras submetidas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado	123

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Características técnicas do cortiPAN (I) (DOFcork, 2012).	18
Tabela 2 - Características técnicas do cortiPAN (II) (DOFcork, 2012).	18
Tabela 3 - Características das placas de aglomerado de cortiça existentes no mercado (DOFcork, 2014; ISOCOR, 2015; Amorim, 2002).	22
Tabela 4 - Identificação das amostras utilizadas nos ensaios laboratoriais.	26
Tabela 5 - Propriedades físico-químicas dos produtos impermeabilizantes (S.L, 2016, GmbH, 2008, Diera - Fábrica de Revestimentos, 2016).	27
Tabela 6 - Descrição das soluções dos produtos impermeabilizantes e das respetivas aplicações nas amostras cortiPAN.	28
Tabela 7 - Normas utilizadas para a realização dos ensaios laboratoriais.	31
Tabela 8 - Identificação das amostras utilizadas no ensaio de absorção de água por imersão parcial.	32
Tabela 9 - Identificação das amostras utilizadas no ensaio de envelhecimento artificial acelerado.	35
Tabela 10 - Indicação das condições de temperatura e humidade relativa no ciclo de verão.	37
Tabela 11 - Indicação das condições de temperatura e humidade relativa no ciclo de inverno.	38
Tabela 12 - Identificação das amostras utilizadas no ensaio de determinação da planeza..	39
Tabela 13 - Identificação das amostras do ensaio de análise de microscopia óptica.	42
Tabela 14 - Identificação das amostras utilizadas no ensaio de condutividade térmica.	44
Tabela 15 - Análise visual comparativa das amostras-padrão com as amostras com o impermeabilizante aplicado.	47
Tabela 16 - Valores médios de W_p e percentagem de variação de W_p das amostras (fase A).	50
Tabela 17 - Valores médios de W_p e respetiva variação de W_p das amostras (fase B).	51
Tabela 18 - Registo fotográfico da amostra A no decorrer dos ciclos.	55
Tabela 19 - Registo fotográfico da amostra F no decorrer dos ciclos.	56
Tabela 20 - Registo fotográfico da amostra L ao longo dos ciclos.	57
Tabela 21 - Registo fotográfico da amostra T.	58
Tabela 22 - Registo fotográfico da amostra AP.	59
Tabela 23 - Registo fotográfico das amostras F/.	60
Tabela 24 - Registo fotográfico da amostra FX.	61
Tabela 25 - Registo fotográfico da amostra S.	62
Tabela 26 - Registo fotográfico da amostra C.	64
Tabela 27 - Variação de massa da amostra A.	65
Tabela 28 - Variação de massa da amostra F.	66
Tabela 29 - Variação de massa da amostra L.	67
Tabela 30 - Variação de massa da amostra T.	67
Tabela 31 - Variação de massa da amostra AP.	68

Tabela 32 -Variação de massa da amostra F/.....	69
Tabela 33 - Variação de massa da amostra FX.	70
Tabela 34 - Variação de massa da amostra S.	70
Tabela 35 - Variação de massa da amostra C.....	71
Tabela 36 - Valores do ensaio de determinação da planeza (fase A).....	73
Tabela 37 - Valores do ensaio de determinação da planeza (fase B).	74
Tabela 38 - Registo fotográfico da amostra A e da amostra F/.....	76
Tabela 39 - Esquemas ilustrativos da estrutura do aglomerado de cortiça.	77
Tabela 40 - Comparação da amostra A, F/ e F/ com adição de corante.....	77
Tabela 41 - Valores de condutividade térmica (fase A).	79
Tabela 42 - Valores de condutividade térmica (fase B).	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da distribuição de floresta de sobreiro (<i>Quercus Suber</i> L.) (Amorim, 2014).	1
Figura 2 - Aplicação das placas cortiPAN no exterior com sistema ETCS (DOFcork, 2014).	3
Figura 3 - Sobreiro (<i>Quercus Suber</i> L.) (<i>Ficha do Sobreiro</i> , 2015).	7
Figura 4 - Fases de descortiçamento da vida de um sobreiro (adaptação de Amorim, 2014).	8
Figura 5 - Constituição do tronco do sobreiro e indicação das secções planas da cortiça (Bom, 2010).	9
Figura 6 - Reprodução da cortiça: A) entrecasco após primeiro descortiçamento; B) 30 dias depois; C) no final do outono; D) 9 anos depois (adaptação de Silva, 2010).	9
Figura 7 - Diferentes campos de aplicação da cortiça: rolhas e sapatos (Esteves, 2010). ...	11
Figura 8 - Esquema dos produtos resultantes da cortiça.	12
Figura 9 - Granulado de cortiça (<i>Granulados de Cortiça</i> , 2015).	12
Figura 10 - Esquema das etapas de produção das placas de aglomerado de cortiça (DOFcork, 2010).	13
Figura 11 - Diferentes campos de aplicação da cortiça num edifício (adaptado de APCOR, 2015).	15
Figura 12 - Obras de referência com aplicação de cortiça em Portugal I (APCOR, 2015). 15	
Figura 13 - Obras de referência com aplicação de cortiça em Portugal II (APCOR, 2015).	16
Figura 14 - Obras de referência na utilização da cortiça no mundo (APCOR, 2015).	16
Figura 15 - Placa de aglomerado de cortiça natural, cortiPAN (DOFcork, 2015).	17
Figura 16 - Formas de afixação do MDFACHADA: adesivo e por fixação mecânica (Amorim, 2002).	21
Figura 17 - Solução TIPO REV, ISOCOR (adaptado de ISOCOR, 2015).	22
Figura 18 - Parque de Exposições de Paços de Ferreira.	24
Figura 19 - Patologias no aglomerado de cortiça: alteração de cor e perda de material.	24
Figura 20 - Manchas carbonizadas no revestimento.	24
Figura 21 - Provetes da amostra-padrão, cortiPAN.	25
Figura 22 - Produtos impermeabilizantes da empresa Consorima: A) HERFINA 35059, B) HERLENE 35014; C) TEGOSIVIN HE 328, D) SITREN 595.	26
Figura 23 - Produto impermeabilizante da empresa Diera: CORKGARD WB - FACHADAS.	26
Figura 24 - Aplicação da solução por imersão.	29
Figura 25 - Drenagem da solução aplicada.	29
Figura 26 - Secagem simples dos provetes em condições de laboratório.	29
Figura 27 - Aplicação do produto CORKGARD WB - FACHADAS: a) na vertical; b) 20° com a horizontal.	30
Figura 28 - Imersão parcial dos provetes segundo o método A (NP EN 1609:1998).	32

Figura 29 - Estabilização da massa dos provetes em estufa.....	33
Figura 30 - Registo da massa inicial (m_0) de cada provete.	33
Figura 31 - Provetes colocado no tanque em contacto com água.	34
Figura 32 - Secagem dos provetes com inclinação de 45°.	34
Figura 33 - Registo da massa inicial de cada provete (m_0).	36
Figura 34 - Provetes dispostos na câmara climática, ESPEC: ARL-680.	36
Figura 35 - Representação gráfica do ciclo de verão.	37
Figura 36 - Representação gráfica do ciclo de inverno.	38
Figura 37 - Medição do desvio das superfícies dos provetes ao longo do comprimento (NP $EN 825:1995$).	39
Figura 38 - Planta esquemática da localização dos pontos P1, P2 e P3.	40
Figura 39 - Esquema representativo das etapas durante a medição.	41
Figura 40 - Amostras com dimensões (60 x 130 x 60 mm).	42
Figura 41 - Amostra F/ com adição de corante sem envelhecimento.	43
Figura 42 - Amostra F/ com 10 mm de espessura.	43
Figura 43 - Esquema ilustrativo do ensaio de condutividade térmica (adaptação Senff <i>et al.</i> , 2016).....	44
Figura 44 - Registo da medição da espessura (l) e da massa inicial ($m_{inicial}$) de cada provete.	45
Figura 45 - <i>Software</i> HFM-CT1000 utilizado no ensaio de condutividade térmica.	46
Figura 46 - Representação gráfica da variação de W_p de ambas as faces (fase A).	50
Figura 47 - Representação gráfica da variação de W_p de ambas as faces (fase B).....	51
Figura 48 - Representação gráfica da variação média de W_p (Face rugosa).	52
Figura 49 - Representação gráfica da variação média de W_p (Face lisa).	53
Figura 50 - Comparação dos valores de absorção de água das diferentes soluções de aglomerado de cortiça.....	53
Figura 51 - Representação gráfica da variação de massa da amostra A.	65
Figura 52 - Representação gráfica da variação de massa da amostra F.	66
Figura 53 - Representação gráfica da variação de massa da amostra L.	67
Figura 54 - Representação gráfica da variação de massa da amostra T.	68
Figura 55 - Representação gráfica da variação de massa da amostra AP.	68
Figura 56 - Representação gráfica da variação de massa da amostra F/.	69
Figura 57 - Representação gráfica da variação de massa da amostra FX.	70
Figura 58 - Representação gráfica da variação de massa da amostra S.	71
Figura 59 - Representação gráfica da variação de massa da amostra C.....	71
Figura 60 - Representação gráfica da variação média da perda de massa das amostras A,F, L e T.	72
Figura 61 - Representação gráfica da variação média da perda de massa das amostras AP, F/, FX, S e C.	72
Figura 62 - Valor médio da percentagem de perda de massa acumulada.	73
Figura 63 - Valores de $S_{m\acute{a}x}$ médios das amostras(fase A e B) e limite máximo.	75
Figura 64 - Corte da amostra com produto impermeabilizante e adição de corante.	78

Figura 65 - Gráfico de condutividade térmica da fase A e da fase B.	80
Figura 66 - Comparação de valores de condutividade térmica com outras soluções de aglomerado de cortiça.	81

LISTA DE ACRÓNIMOS

APCOR	Associação Portuguesa de Cortiça
CE	Comissão Europeia
ITE 50	Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios
DECivil	Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro
DEMaC	Departamento de Engenharia de Materiais e Cerâmica da Universidade de Aveiro
DGeo	Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro
DOFcork	Dinis de Oliveira e Filhos, S.A
ETICS	External Thermal Insulation Composite System
ISO	International Organization of Standardization
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
EN	Norma Europeia
NP	Norma Portuguesa
cortiPAN	Placas de aglomerado de cortiça natural

NOMENCLATURA

Letras latinas

A_p	Área da secção inferior do provete, face em contacto com a água
U	Coefficientes de transmissão térmica superficiais
l	Espessura do provete
f_c	Fator de concentração de perdas térmicas
HR	Humidade relativa
m_{24}	Massa de cada provete obtida após 24h
m_f	Massa final de cada provete
m_0	Massa inicial de cada provete
$m_{inicial}$	Massa inicial de cada provete
T	Temperatura
t	Tempo
$t_{cumul.}$	Tempo cumulativo
W_p	Valor da absorção de água por imersão parcial
$S_{máx}$	Valor do desvio de planeza

Letras gregas

Δ_m	Variação de massa de cada provete
μ	Resistência à difusão de vapor de água

1. INTRODUÇÃO

No presente capítulo introduz-se o tema em estudo, abordando a noção de cortiça e as suas propriedades, expõe-se quais os objetivos e a estrutura da presente dissertação.

1.1. Considerações gerais

“O melhor amigo do homem no Mundo é a árvore. Quando usamos a árvore respeitosa e economicamente, temos um dos maiores recursos da Terra” (Frank Lloyd Wright).

A cortiça é um material que provém da casca do sobreiro (*Quercus Suber L.*), extraído do mesmo a cada 9 anos sem provocar qualquer dano à árvore. Os montados de sobreiro (florestas de sobreiros) ocupam uma área aproximada de 2,2 milhões de hectares da bacia do Mediterrâneo Ocidental (Amorim, 2015) (Figura 1).



Figura 1 - Representação da distribuição de floresta de sobreiro (*Quercus Suber L.*) (Amorim, 2014).

É uma matéria-prima natural, biodegradável, renovável e reciclável, que se tem vindo a desenvolver com a Humanidade desde dos tempos imemoriais (Gil, 2007). Este recurso apresenta benefícios que se refletem em palavras-chave como: sustentabilidade, durabilidade, isolamento acústico, isolamento térmico e resistência ao fogo (DOFcork, 2014).

A sua versatilidade possibilita que seja utilizada em múltiplas aplicações. Na construção exhibe qualidades técnicas que permitem que seja considerada uma solução de desenvolvimento sustentável (Roseta, 2013).

Mais recentemente, surge a utilização de aglomerado de cortiça como isolante térmico e acústico aplicado pelo exterior.

Os dois tipos de aglomerado de cortiça que se destacam são o aglomerado de cortiça negro e o aglomerado de cortiça natural. Estes dois aglomerados resultam de processos de produção distintos. O aglomerado de cortiça expandida, também conhecido por aglomerado negro resulta da degradação térmica dos grânulos de cortiça sem intervenção de um composto aglutinante externo. A adesão dos grânulos de cortiça resulta da formação de compostos químicos que provêm da degradação química dos componentes da cortiça. Já o aglomerado de cortiça natural não é sujeito a qualquer processo a altas temperaturas, apresentando assim a cor natural da cortiça.

Um dos avanços da aplicação do aglomerado de cortiça foi a utilização do aglomerado negro como revestimento exterior. Assim, surge o interesse no desenvolvimento deste tema de dissertação. Obter respostas como qual o impermeabilizante ideal a aplicar para o aglomerado de cortiça natural não absorver/libertar água e resistir a condições atmosféricas são algumas das questões que se pretende clarificar.

Ao longo deste trabalho, serão testados produtos impermeabilizantes em aglomerado de cortiça natural, com o objetivo de exibirem um comportamento eficaz quando aplicado como revestimento das fachadas exteriores dos edifícios. Assim, as amostras de aglomerado que irão ser testadas são designadas por cortiPAN, placas de aglomerado de cortiça natural, fornecidas pela DOFcork

A DOFcork, S.A (Dinis de Oliveira e Filhos, S.A) nasceu em 1987 como empresa especializada em cortiça (DOFcork, 2014). Atualmente, a DOFcork, S.A dedica-se à produção de triturados, granulados e placas de cortiça natural (cortiPAN).

O cortiPAN é composto por 98,5% de cortiGRAN (grânulos de cortiça natural que variam entre os 2 – 14 mm de granulometria) e por 1,5% de composto aglomerante.

As dimensões padrão das placas de isolamento são de 1000 mm x 500 mm e a sua espessura varia entre os 20 mm e os 60 mm.

Até ao momento, as placas cortiPAN são aplicadas entre panos das paredes ou no exterior, através de sistema ETICS (compósito de isolamento térmico pelo exterior) (Figura 2). As placas de aglomerado de cortiça são uma solução de isolamento natural sendo destacado como dos melhores isolamentos térmicos e acústicos.

Presentemente, estas placas são uma solução de revestimento exterior. Uma vez que, ainda, apresentam parâmetros técnicos insuficientes como a absorção de água e o seu desempenho às condições atmosféricas, para ser aplicada como revestimento final.

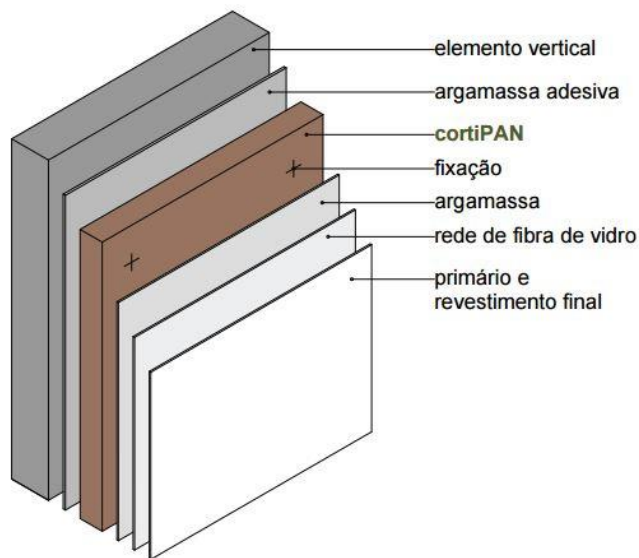


Figura 2 - Aplicação das placas cortiPAN no exterior com sistema ETCS (DOFcork, 2014).

1.2. Objetivos propostos

Os principais objetivos propostos desta dissertação serão estudar o comportamento global das placas de aglomerado de cortiça natural, cortiPAN com adição de produtos impermeabilizantes, aplicado como solução final de revestimento de fachadas exteriores dos edifícios.

De forma a melhorar o comportamento das placas cortiPAN face à exposição ambiental, serão aplicados produtos de impermeabilização, sendo estas sujeitas a uma série de testes laboratoriais, entre os quais: ensaio de absorção de água, ensaio de condutividade térmica e ensaio de envelhecimento artificial acelerado. Os ensaios laboratoriais irão ser realizados no laboratório do Departamento de Engenharia Civil (DECivil), no laboratório do Departamento de Engenharia de Materiais e Cerâmica (DEMaC) e no Departamento de Geociências (DGeo), da Universidade de Aveiro.

Assim, as principais etapas de trabalho a concretizar serão:

- Seleção de produtos impermeabilizantes compatíveis com a cortiça;
- Caracterização do produto cortiPAN com adição dos produtos impermeabilizantes, em laboratório;

- Melhoria do produto cortiPAN, de modo a potenciar o seu desempenho como revestimento exterior;
- Respeitar as exigências impostas pelas normas dos revestimentos de fachadas.

Pretende-se por fim, realizar análises comparativas das amostras com adição de diferentes produtos impermeabilizantes, tendo principalmente em consideração, o comportamento visual das amostras quando sujeitas a condições de temperatura e humidade relativa extremas e os valores obtidos relativos à absorção de água.

1.3. Estrutura da dissertação

O presente documento está estruturado nos seguintes capítulos:

Capítulo 1 – Introdução: é de carácter introdutório em que se enquadra o tema em estudo, salientando de forma breve quais as vantagens da utilização da cortiça na área da construção civil. Posteriormente, define-se os principais objetivos e expõe-se a estrutura do presente documento.

Capítulo 2 – A cortiça e o aglomerado de cortiça natural: aborda-se, inicialmente, o conceito da cortiça, a sua estrutura e composição química, contextualizando-se também a cortiça no mundo. Ao longo deste capítulo, são introduzidos temas como: a produção de produtos de cortiça utilizados na construção civil, destacando-se os granulados e aglomerado de cortiça, bem como a diversidade de aplicações da cortiça no mercado da construção. Seguidamente, dá-se destaque ao aglomerado de cortiça natural. Descreve-se o conceito das placas de cortiça natural, cortiPAN e expõe-se as características técnicas das mesmas. Introduce-se o aglomerado de cortiça natural aplicado como revestimento exterior, indicando-se a classificação dos revestimentos exteriores de paredes e as exigências funcionais das paredes exteriores. Por último, indica-se as patologias mais comuns nas placas de aglomerado de cortiça.

Capítulo 3 – Produtos impermeabilizantes e métodos de ensaio: dedica-se ao trabalho laboratorial. Assim, são identificadas as amostras cortiPAN utilizadas durante os ensaios. Também são apresentados os diferentes produtos impermeabilizantes, descrevendo-se as

características técnicas de cada um e a forma de aplicação utilizadas nas amostras cortiPAN. Procedendo-se, por fim, à descrição do procedimento laboratorial de cada ensaio realizado.

Capítulo 4 – Discussão de resultados: apresentam-se os resultados e as análises comparativas para cada ensaio laboratorial realizado ao longo da presente dissertação.

Capítulo 5 – Considerações finais: destina-se à apresentação das conclusões e referidas propostas para o desenvolvimento de tópicos para trabalhos futuros.

Anexos: são destinados à apresentação de informações técnicas dos produtos impermeabilizantes utilizados durante a presente dissertação (Anexo A) e de dados obtidos e calculados durante os ensaios laboratoriais (Anexo B).

2. A CORTIÇA E OS AGLOMERADOS DE CORTIÇA

Neste capítulo são destacados os conceitos relacionados com a cortiça desde da sua definição, estrutura e composição, a sua história e as aplicações deste material.

Posteriormente, aborda-se as placas de aglomerado de cortiça natural, cortiPAN. Destacando a composição, as características técnicas, os produtos concorrentes existentes no mercado e as patologias associadas, quando esta utilizada como revestimento exterior. Apresentando-se, também, a classificação dos revestimentos exteriores e as exigências funcionais das paredes exteriores.

2.1. O que é a cortiça

A cortiça é um material de origem vegetal da casca (súber) dos sobreiros (*Quercus suber*), um produto natural, único e com características inigualáveis, sendo considerada uma matéria-prima nobre.

O sobreiro (Figura 3) é uma árvore de grande longevidade, em média 150 a 200 anos, com uma enorme capacidade de regeneração. Prefere climas com amplitudes térmicas suaves, humidade atmosférica e insolações elevadas.

É uma árvore de porte médio e com uma copa ampla, uma altura média de 15 a 20 metros. O tronco apresenta uma casca espessa e suberosa, designada por cortiça. As folhas são persistentes, de cor verde-escura, com uma forma oval (*Ficha do Sobreiro*, 2015).



Figura 3 - Sobreiro (*Quercus Suber* L.) (*Ficha do Sobreiro*, 2015).

A primeira extração do sobreiro, designada por desbóia só é realizada ao fim de 25 anos, sendo a cortiça extraída denominada de cortiça “virgem”. Apenas passados 9 anos é feita a segunda extração, conhecida como cortiça “secundeira”. Os descortiçamentos têm de respeitar um período de 9 anos, sendo realizados entre maio e agosto, uma vez que a árvore

se encontra numa fase mais ativa do crescimento tornando-se mais fácil descascá-la sem ferir o tronco. Após o terceiro descortiçamento, ao fim de 40 a 50 anos, é que se obtém a cortiça com melhor qualidade, denominada por “amadia” (Figura 4).

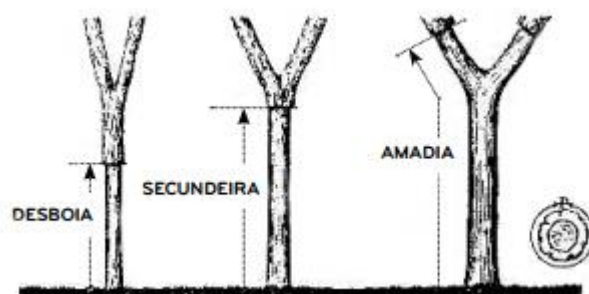


Figura 4 - Fases de descortiçamento da vida de um sobreiro (adaptação de Amorim, 2014).

A qualidade da cortiça pode ser verificada por indicadores exteriores tais como: a cor clara da cortiça virgem, lisura, macieza e a pequena espessura da costa na cortiça amadia. Em última análise, pode ser determinada pela homogeneidade da sua “massa” e pela sua porosidade (Gil, 2007). As características dos poros, desde à sua tipologia à sua dimensão, quantidade e distribuição são determinantes (Gil, 2007).

A cortiça apresenta características descritas como naturais, versáteis e sustentáveis. Destacam-se as seguintes (DOFcork, 2015):

- Produto natural de baixa densidade;
- Impermeável a líquidos e a gases;
- Comportamento elástico e compressível;
- Bom isolante térmico e acústico;
- Combustibilidade reduzida sem libertação de gases tóxicos;
- Elevada resistência ao atrito;
- Durabilidade longa;
- Hipoalergénica;
- Suave ao toque.

2.2. Estrutura e composição da cortiça

A cortiça, ao longo da sua espessura, apresenta diferentes anéis de crescimento, que são constituídos por células com distintas dimensões e com diferentes espessuras das paredes celulares, formadas ao longo da primavera/verão ou no outono/inverno.

A estrutura da cortiça é anisotrópica, sendo no entanto pouco evidente num aglomerado de cortiça devido à orientação aleatória dos grânulos. As três principais direções existentes na cortiça são: a radial (segundo o raio da árvore), a axial (segundo o eixo da árvore) e a tangencial (tangente à circunferência da árvore) (Figura 5).

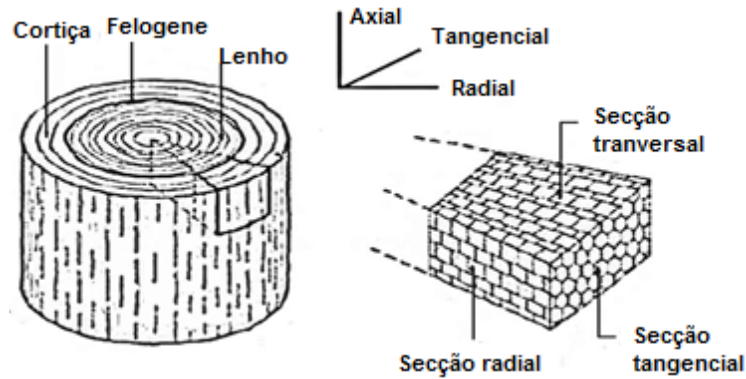


Figura 5 - Constituição do tronco do sobreiro e indicação das secções planas da cortiça (Bom, 2010).

Quando a cortiça é extraída, a parte exterior do entrecasco fica exposta, começando uma nova camada de felogene a formar-se com o objetivo de substituir o felogene destruído durante o processo de extração, originando-se a raspa ou costa, que seca, contrai e endurece (Silva, 2010). Com processo idêntico, a parte interna do tecido suberoso que corresponde à última camada de tecido anual, designada por barriga ou ventre, apresenta menor elasticidade e orifícios dos canais lenticulares, denominados por poros (Bom, 2010). O crescimento de cortiça após o seu primeiro descortiçamento é representado na Figura 6.

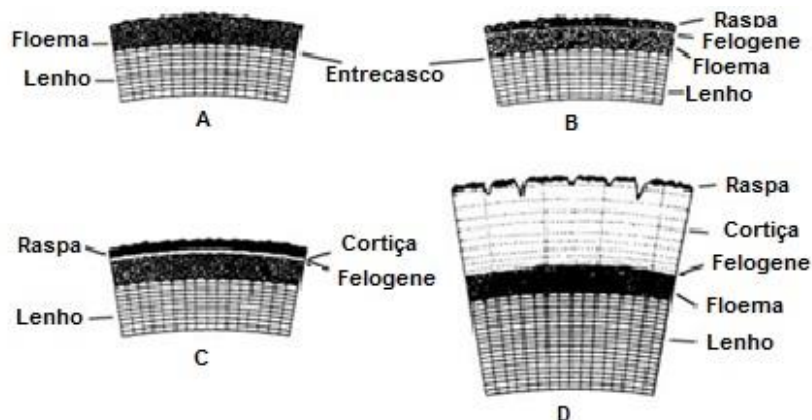


Figura 6 - Reprodução da cortiça: A) entrecasco após primeiro descortiçamento; B) 30 dias depois; C) no final do outono; D) 9 anos depois (adaptação de Silva, 2010).

Relativamente à composição química da cortiça, é constituída por diferentes compostos divididos em grupos:

- Suberina (45%);
- Lenhina (27%);
- Polissacáridos (12%);
- Ceróides (6%);
- Tanina (6%);
- Cinzas (4%).

A suberina é responsável pela compressibilidade e elasticidade, a lenhina pela estrutura das paredes celulares, os polissacáridos também se encontram ligados à estrutura, os ceróides têm como função repelir a água e apresentam funções ao nível da impermeabilidade, os taninos são responsáveis pela cor e proteção do material e, por último, as cinzas. A cortiça é constituída por componentes estruturais de forma polimérica complexa e extensa e componentes não estruturais (Gil, 2007).

2.3. História da cortiça

A história da cortiça entrecruza-se com a da Humanidade. O potencial da casca do sobreiro foi descoberto por diferentes povos, desde chineses, egípcios, babilónios, persas, assírios, fenícios, gregos e romanos.

Desde 3000 a.C., a cortiça já era utilizada na China, no Egipto, na Babilónia e na Pérsia para a produção de aparelhos destinados à pesca. No século IV a.C., em Itália, encontraram-se artefactos como bóias, tampas para tonéis, sapatos de mulher e telhados de casas. Ao longo dos séculos, a cortiça foi valorizando as suas características, definindo as suas potencialidades.

No início do século XIII, em 1209, surgem as primeiras leis agrárias que protegem os montados de sobreiro. Portugal foi um dos pioneiros, no que diz respeito à legislação ambiental. Os inícios da grande exploração de sobreiro, que hoje caracterizam a Península Ibérica, só se iniciaram a partir do século XVIII, quando a produção de rolhas de cortiça se desenvolve. É nesta mesma altura, que surgem os primeiros trabalhos sobre a estrutura macroscópica, desenvolvidos pelo físico Robert Hooke.

No século XX, a indústria corticeira dos vários países produtores investe em inovação e desenvolvimento, lançando para o mercado distintos produtos em diferentes áreas (Figura

7). Nos anos cinquenta, uma empresa americana produziu os primeiros ladrilhos de cortiça aglomerada para revestimento coberto com película vinílica. Já nas últimas décadas, surgem diversas iniciativas que visam a investigação e a definição de normas internacionais para a indústria corticeira e onde se destaca a *Confédération Européenne du Liège* (C.E. Liège), fundada em 1987.

A utilização da cortiça tem vindo a crescer, uma vez que é um material ecológico, reciclável e reutilizável (APCOR, 2015).



Figura 7 - Diferentes campos de aplicação da cortiça: rolhas e sapatos (Esteves, 2010).

2.4. Produção de produtos de cortiça

No setor dos aglomerados utiliza-se grande parte dos resíduos resultantes dos processos de transformação de cortiça (Figura 8), tal como cortiça: virgem, secundeira, refugos de cortiça amadia e outros desperdícios, sendo assim possível aproveitar toda a cortiça de forma integral (Poeiras, 2015).

A cortiça utilizada nestes aglomerados apresenta diferenças de composição, tanto ao nível de pureza como das suas propriedades, sofrendo assim diferentes processos de produção.

O processo de produção dos aglomerados inicia-se com a trituração de pedaços de cortiça para granulados, sendo divididos de acordo com as suas dimensões e densidades. Posteriormente, estes podem ser comercializados como granulado de cortiça ou são sujeitos a um processo de mistura com outros materiais, como resinas aglutinantes para a fabrico de placas de aglomerado de cortiça (Gonçalves, 2014).

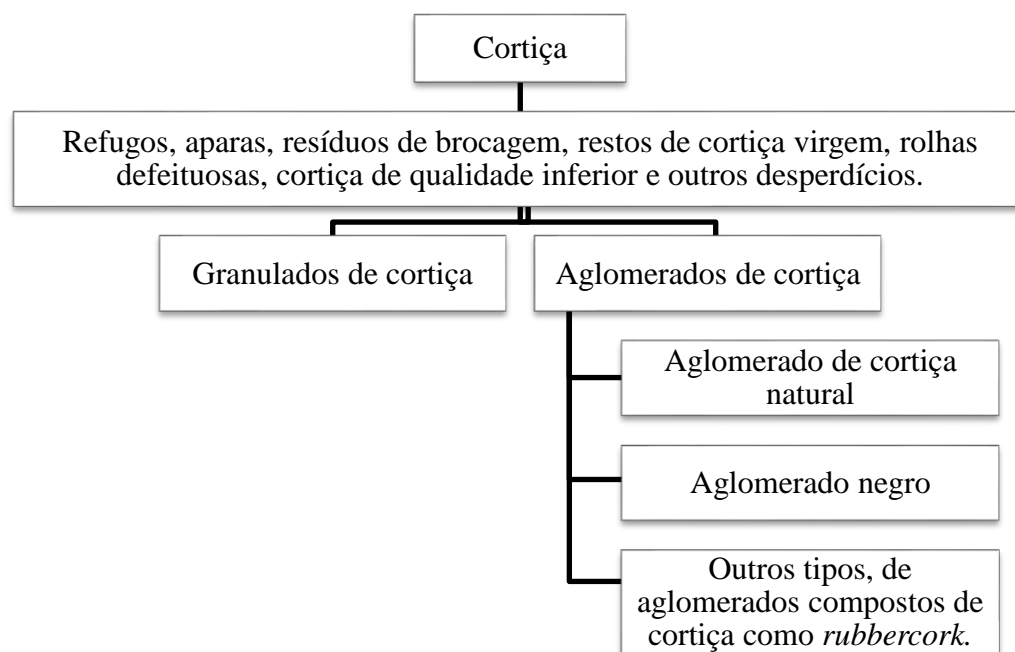


Figura 8 - Esquema dos produtos resultantes da cortiça.

2.4.1. *Granulados de cortiça*

Os granulados de cortiça (Figura 9) são obtidos a partir da trituração de subprodutos que resultaram da transformação da cortiça, como os refugos, as aparas, os resíduos de brocagem, os restos de cortiça virgem e outros, com qualidade de cortiça inferior.

Inicialmente, há um destroçamento dos restos de cortiça. O processo de trituração vai originar a existência de grânulos, fazendo-se ajustes da granulometria e, de seguida, separação da cortiça de qualidade inferior.

Ao longo deste processo, o pó de cortiça é retirado por aspiração dos grânulos com menor dimensão. Depois, a secagem força o ar quente no material, com a finalidade de o granulado apresentar o grau de humidade considerado ideal (Ferreira, 2012).



Figura 9 - Granulado de cortiça (Granulados de Cortiça, 2015).

2.4.2. Aglomerados de cortiça

Os dois principais tipos de aglomerado são o aglomerado de cortiça natural e o aglomerado negro. Estes dois tipos diferem do modo de produção e função (APCOR, 2011).

▪ **Aglomerado de cortiça natural**

No aglomerado de cortiça natural conhecido também por aglomerado composto e aglomerado branco, a principal matéria prima é o granulado obtido pela trituração de desperdícios de cortiça provenientes de outras indústrias (rolhas e discos) (APCOR, 2011). Ao longo do processo de transformação de grânulos em aglomerado de cortiça (Figura 10), é inicialmente necessário proceder-se à eliminação de impurezas e de grãos com dimensões não desejadas. Nesta etapa, recorre-se à utilização de separadores densimétricos (vibratórios), crivos (peneiros) e separadores pneumáticos ou mantas rotativas. Posteriormente, o granulado obtido é colocado em repouso e seco até alcançar o teor de humidade pretendida (Gil, 2007). De seguida, efetua-se o doseamento e a mistura do granulado com a resina. O granulado é distribuído nas máquinas de formação, que o regularizam de forma a obter uma distribuição uniforme sobre a tela. Assim, obtém-se blocos que são cortados em placas com diferentes dimensões e espessuras, que são ajustadas numa fase final do processo. Após o corte, as placas são colocadas em paletes de forma a serem movimentadas e são condicionadas 10 dias à temperatura ambiente (Reis, 2011).

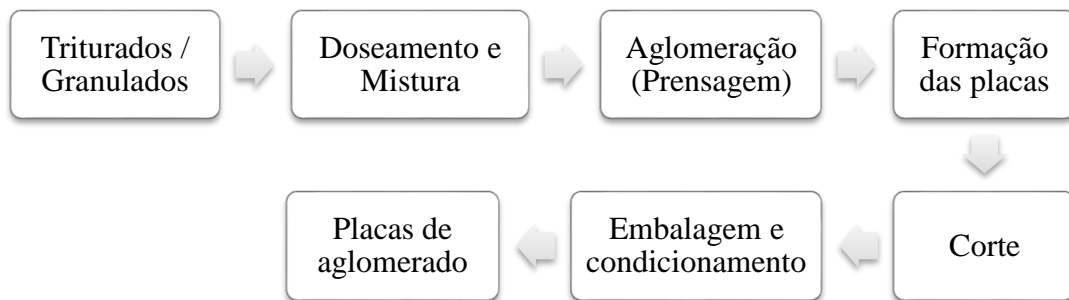


Figura 10 - Esquema das etapas de produção das placas de aglomerado de cortiça (DOFcork, 2010).

Este aglomerado é produzido em folhas, blocos ou cilindros e com adição de resinas e aditivos, é aplicado em diversas áreas, tais como: em pavimentos e revestimentos de paredes e tetos, em juntas de dilatação, no setor do calçado, na indústria do imobiliário, entre outros (APCOR, 2011).

▪ **Aglomerado negro**

O aglomerado negro, designado por aglomerado puro expandido, tem como matéria-prima cortiça virgem, principalmente a falca. A falca é a cortiça proveniente das operações de poda e limpeza dos sobreiros (APCOR, 2011).

A falca é transformada em grânulos por trituração, que são colocados em autoclaves, havendo assim auto-aglomeração térmica dos grânulos de cortiça sem intervenção de um composto externo (Bom, 2010). A adesão entre as partículas de cortiça é obtida devido à formação de compostos químicos resultantes da degradação química dos componentes da cortiça (taninos e ceróides). Este tipo de aglomerado apresenta um aspeto escuro devido a ser sujeito a temperaturas elevadas durante o processo de aglomeração.

Existem outros compostos de cortiça, como aglomerado composto de cortiça com borracha ou *rubbercork*. Este aglomerado é composto por partículas de cortiça aglutinados com borracha. No entanto, os grânulos de cortiça podem ser aglutinados, também com outros materiais, tais como: borracha, plástico, cimento, gesso, entre outros, dependendo da finalidade de aplicação de cada um (APCOR, 2011).

2.5. Aplicações da cortiça no mercado da construção civil

A utilização da cortiça tem registado um crescimento na arquitetura. A aplicação da cortiça abrange revestimentos e pavimentos de edifícios, juntas de dilatação, preenchimento de caixas-de-ar, câmaras frigoríficas, coberturas de tubagens de aquecimento e ar condicionado e nas bases de máquinas para absorção de vibrações e ruídos. Ainda, é utilizada em betões leves e juntas de expansão para estradas, pontes, caminhos-de-ferro, barragens e aeroportos (APCOR, 2015).

Num edifício, a cortiça pode ser aplicada desde o soalho ao telhado. A Figura 11, ilustra as possíveis formas de aplicação na cortiça: fachada, cobertura, paredes interiores e pavimentos.



Figura 11 - Diferentes campos de aplicação da cortiça num edifício (adaptado de APCOR, 2015).

A cortiça é utilizada em todo o mundo, sendo possível destacar em Portugal as seguintes obras de referência: o Observatório do Sobreiro e da Cortiça, a Quinta do Portal, a Casa Cork e o Ecork Hotel (Figura 12 e Figura 13).

Os projetos referidos apresentam uma enorme área revestida por cortiça, sendo que o Observatório do Sobreiro e da Cortiça é considerado uma “metáfora do sobreiro enquanto elemento vivo” (APCOR, 2015). A Casa Cork é a primeira habitação de Portugal a expor a cortiça como revestimento final e o Ecorkhotel o primeiro hotel do mundo (*Arquitetura Portuguesa*, 2016).



Observatório do Sobreiro e da Cortiça, Coruche

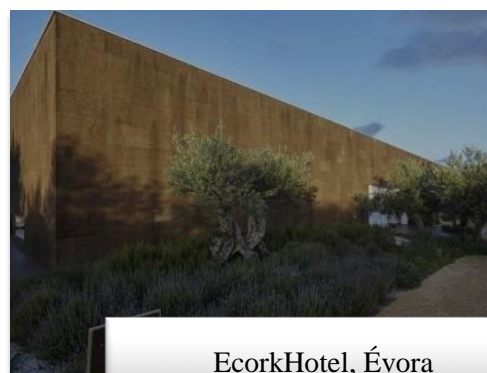


Quinta do Portal, Douro

Figura 12 - Obras de referência com aplicação de cortiça em Portugal I (APCOR, 2015).



Casa Cork, Esposende



EcorkHotel, Évora

Figura 13 - Obras de referência com aplicação de cortiça em Portugal II (APCOR, 2015).

Em diferentes partes do mundo (Figura 14), destacam-se as obras: Penitenziaria, onde o aglomerado de cortiça expandido foi utilizado na cobertura do edifício e o Pavilhão do Brasil, da Expo 2015 em Milão. Este destaca-se por ter cerca de mil metros de cortiça expandida com 80 mm de espessura na fachada que decora o edifício (APCOR, 2015).



Penitenziaria, Turim



Pavilhão do Brasil, Expo 2015, Milão

Figura 14 - Obras de referência na utilização da cortiça no mundo (APCOR, 2015).

2.6. Aglomerado de cortiça natural

As placas de aglomerado de cortiça natural, designadas por cortiPAN, são uma solução de isolamento térmico e acústico presente na indústria da construção. Atualmente, estas placas são aplicadas entre panos das paredes ou no exterior, com recurso ao sistema ETICS.

O produto cortiPAN (Figura 15) resulta da reciclagem das aparas de cortiça. Com processos de moagem e remoção de poeiras e resíduos, os grânulos de cortiça são prensados e aglomerados termicamente. Sendo assim possível, manter as características originais das células de cortiça (DOFcork, 2015).



Figura 15 - Placa de aglomerado de cortiça natural, cortiPAN (DOFcork, 2015).

As placas cortiPAN são compostas por 98,5% de grânulos de cortiça natural e por 1,5% de cola aglutinante constituída por diisocianato de tolueno (<1%), ésteres metílicos de óleos vegetais e polímero de poliuretano.

Esta solução quando aplicada como isolamento térmico e acústico apresenta múltiplas vantagens, tais como (DOFcork, 2014):

- Aspeto natural;
- Material reciclável e sustentável;
- Material elástico e compressível;
- Baixa amplitude térmica;
- Alta inércia térmica dos edifícios;
- Alta humidade relativa;
- Alta resistência ao fogo e diminuta libertação de gases;
- Alta absorção sonora com redução de ruído;
- Estabilidade dimensional;
- Material não tóxico e não nocivo;
- Boa durabilidade.

2.6.1. Características técnicas do cortiPAN

As placas cortiPAN foram submetidas a ensaios laboratoriais físico-químicos e mecânicos no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), obtendo a aprovação técnica e marcação CE (DOFcork, 2012).

Na Tabela 1 e na Tabela 2, são apresentadas as características técnicas das placas cortiPAN, em que são mencionados parâmetros de avaliação do comportamento ao fogo, à condutividade térmica, à absorção sonora, à absorção de água, resistência à compressão e à flexão e da estabilidade adimensional.

Tabela 1 - Características técnicas do cortiPAN (I) (DOFcork, 2012).

Parâmetro		Espessura		Norma
		20 mm	60 mm	
Reação ao fogo		Euroclasse E		EN 11925-2:2002 EN 13501-1 + A1:2009
Condutividade Térmica W/m°C		0,045	0,049	EN 12667 EN ISO 10456
Absorção sonora Coeficiente de absorção	Superfície retificada por lixagem	0,20 Classe E	0,55 Classe D	EN ISO 20354 EN ISO 11654
	Superfície de moldagem	0,15 Classe E	0,50 Classe D	

Tabela 2 - Características técnicas do cortiPAN (II) (DOFcork, 2012).

Parâmetro	Resultado	Norma
Resistência à difusão de vapor de água	Variação de μ : entre 8 e 15	NP EN 12086:1997
Absorção de água	$< 2 \text{ kg/m}^2$	NP EN 1609:1998
Resistência à compressão	$> 180 \text{ kPa}$	NP EN 826:1996
Resistência à flexão	$> 120 \text{ kPa}$	NP EN 12086:1997
Estabilidade dimensional (cortiPAN isolado e cortiPAN em sistema de ETICS)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ $< 0,5\%$ comprimento; ▪ $< 0,5\%$ largura; ▪ $< 1\%$ espessura. 	NP EN 1603:1998 NP EN 1604 NP EN 13170:2008

2.6.2. Aglomerados de cortiça aplicados como solução de revestimento exterior

O revestimento é o primeiro elemento em contacto com o exterior da envolvente vertical de um edifício (Silva, 2015), assim é necessário ter em conta a importância de temas como a classificação de acordo com função, as exigências funcionais e as patologias associadas a cada tipo de revestimento (Sousa, 2010).

2.6.2.1. Classificação dos revestimentos exteriores de paredes

A classificação dos revestimentos pode ser efetuado em conformidade com: o material, a espessura ou o grau de tradicionalidade. No entanto, a classificação de acordo com as funções que desempenham é a mais útil (Veiga *et al.*, 2004).

A classificação dos revestimentos de paredes é realizada com base no documento do LNEC, intitulado de “Classificação geral de revestimentos para paredes de alvenaria ou betão”.

Assim apresenta-se, resumidamente, a classificação deste elemento da envolvente de um edifício.

Nos revestimentos de paredes exteriores nos edifícios, em Portugal, os mais utilizados são destacados dependendo da sua função:

- Revestimentos de estanquidade (EST);
- Revestimentos de isolamento (IMP);
- Revestimentos de impermeabilização (ISOL);
- Revestimentos de acabamento ou decorativos (ACAB) (Silva, 2015).

2.6.2.2. Exigências funcionais das paredes exteriores

As exigências funcionais são aplicáveis às paredes na sua constituição global. Assim, cada tipo de revestimento de paredes têm de verificar determinados requisitos para desempenhar as funções atribuídas, de forma a que a parede onde se encontra possa cumprir as exigências funcionais essenciais (Veiga *et al.*, 2004).

O conceito de exigências funcionais dos edifícios foi introduzido na década de 60 e posteriormente, por Ruy Gomes nos anos 70. Por documentos existentes, é possível distinguir nove grupos de exigências funcionais (Lima, 2013):

1. *Exigências de segurança e construtivas:*

- Segurança face a solicitações de serviço, ocorrência excecional e de acontecimento accidental;
- Resistência ao choque;
- Resistência às deformações e variações adimensionais;
- Alteração das características mecânicas do revestimento em ambientes húmidos;
- Resistência à suspensão de cargas;
- Compatibilidade com o suporte.

2. *Exigências de segurança contra risco de incêndios:*

- Classe de desempenho reação ao fogo de revestimentos;
- Coeficientes de transmissão térmica superficiais (U);
- Fator de concentração de perdas térmicas (fc);

- Determinação da temperatura superficial do revestimento e do fator de temperatura superficial interior;
- Estanquidade à água;
- Difusão de vapor de água;
- Permeabilidade ao ar;
- Ventilação e psicometria.

3. *Exigências funcionais de conforto acústico:*

- Isolamento sonoro a sons de condução aérea normalizadas.

4. *Exigências de higiene, saúde e ambiente:*

- Odores;
- Limpeza;
- Capacidade para a reutilização;
- Resistência ao enodoamento e à fixação;
- Resistência à fixação e ao desenvolvimento de bolores.

5. *Exigências de segurança de utilização:*

- Perfil geométrico;
- Resistência à temperatura;
- Emissividade nocivas;
- Saliências perigosas.

6. *Exigências de conforto acústico:*

- Isolamento sonoro a sons de condução aérea normalizada.

7. *Exigências de conforto visual e tátil:*

- Reação do revestimento ao contato com a água;
- Planeza das superfícies;
- Verticalidade;
- Regularidade e perfeição das superfícies e retidão das arestas;
- Homogeneidade de cor e de brilho;
- Conforto tátil.

8. *Exigências de durabilidade:*

- Durabilidade dos revestimentos e do respetivo suporte;
- Resistência ao atrito;
- Resistência à erosão por partículas e aos agentes atmosféricos.

9. *Exigências de montagem, manutenção e reparação:*

- Facilidade de transporte, armazenamento e de montagem;
- Reparação;
- Exigências de economia.

Os revestimentos exteriores de paredes têm uma função importante no que diz respeito à estanquidade das águas, que contribuem para o isolamento térmico, influenciando a existência de condensações nos interiores dos edifícios. Paralelamente, protegem as alvenarias e as estruturas, influenciando assim diretamente a sua durabilidade. E, por último, os revestimentos exteriores têm um papel importante relativamente ao aspeto visual dos edifícios, sendo este um fator cada vez mais relevante nas nossas cidades (Veiga et al., 2004).

2.6.2.3. Placas de aglomerado de cortiça existentes no mercado

Ao longo deste subcapítulo irão ser comparadas as características das placas de aglomerado de cortiça fabricadas por diferentes empresas em Portugal.

As placas existentes no mercado são constituídas por aglomerado negro, também conhecido por aglomerado de puro expandido.

O aglomerado de cortiça expandida especial MDFACHADA, é um produto de inovação da Amorim Isolamentos, recomendado como aplicação exterior. Esta solução garante uma durabilidade superior a 10 anos. A forma de aplicação (Figura 16) das placas pode ser realizada por adesivo (colagem) ou por afixação mecânica (parafusos), dependendo do elemento estrutural (Amorim, 2002).



Figura 16 - Formas de afixação do MDFACHADA: adesivo e por fixação mecânica (Amorim, 2002).

As placas de aglomerado do Tipo REV (Figura 17), para revestimentos exteriores de fachadas com cortiça à vista são fabricadas pela empresa da ISOCOR. Esta solução também pode ser aplicada por adesivo ou por afiação mecânica (ISOCOR, 2015).

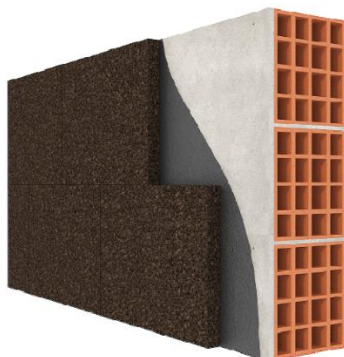


Figura 17 - Solução TIPO REV, ISOCOR (adaptado de ISOCOR, 2015).

Na Tabela 3, é possível observar uma comparação de características técnicas das soluções de placas de aglomerado de cortiça existentes no mercado, referidas anteriormente.

Tabela 3 - Características das placas de aglomerado de cortiça existentes no mercado (DOFcork, 2014; ISOCOR, 2015; Amorim, 2002).

Parâmetro	DOFcork - cortiPAN	ISOCOR – Tipo REV	Amorim – MD Fachada
Densidade kg/ m ³	170	140 a 160	140 a 160
Cond. Térmica W/m ² ·C	0,045 a 0,049	0,049	0,043
Absorção de água kg/m ²	< 2	< 0,3	0,17
Dimensões mm	1000 x 500	1000 x 500	1000 x 500
Espessuras mm	De 10 a 60	De 40 a 240	Até 240

As placas de aglomerado de cortiça da ISOCOR e da Amorim, tratam-se de placas de aglomerado negro enquanto que a solução da DOFcork, solução em estudo neste tema de tese, é um aglomerado de cortiça natural.

Como já referido na secção 2.4.2 o aglomerado de cortiça expandida, conhecido como aglomerado puro ou negro, resulta da degradação térmica da própria cortiça a altas temperaturas que consequentemente produz uma substância aglutinante. No que respeita ao aglomerado de cortiça natural, não passa por nenhum processo a altas temperaturas, apresentando assim a cor natural da cortiça (Neto, 2012).

Este aglomerado exibe uma cor natural, sendo esta característica visual uma das suas principais vantagens. No entanto, este tipo de aglomerado apresenta inconvenientes em outros parâmetros, como o valor de absorção de água.

2.6.2.4. Patologias das placas de aglomerado

Uma solução de revestimento exterior tem de ter em atenção as exigências funcionais tanto das paredes como dos revestimentos. A relação de parede/revestimento, e vice-versa, é importante para que as patologias sejam minimizadas ao longo da vida útil das fachadas (Ferreira, 2012).

Como já referido, as placas de aglomerado de cortiça aplicadas atualmente são constituídas por aglomerado de cortiça negro. Assim, no decorrer dos últimos tempos, na observação das diferentes obras em que as placas de aglomerado negro têm sido utilizadas como revestimento exterior de fachadas, têm-se verificado diversas patologias:

- Alteração da cor;
- Manchas carbonizadas;
- Perda de material.

A alteração de cor dependendo da estação do ano em que as placas são aplicadas é variável, se for no verão aclaram mais rápido de quando aplicadas no inverno. No entanto, ao longo do tempo de exposição, as placas vão escurecendo.

As manchas carbonizadas observadas de forma irregular e aleatória são uma patologia resultante do processo de produção das placas sendo assim um inconveniente na variação de cor.

No que diz respeito à perda de material, é comum a aparecer em esquinas, zonas de passagem e pequenas aberturas provocadas pelas aves.

O aglomerado de cortiça negro em condições normais de utilização e sujeito às condições atmosféricas, como incidência da luz solar, precipitação e ciclos de expansão/retração, não sofre alterações no seu comportamento (Roseta, 2013).

Um dos projetos em que as fachadas se encontram revestidas por aglomerado de cortiça negro é o edifício do Parque de Exposições de Paços de Ferreira (Figura 18). As patologias mencionadas anteriormente podem ser observadas nas Figura 19 e Figura 20.



Figura 18 - Parque de Exposições de Paços de Ferreira.

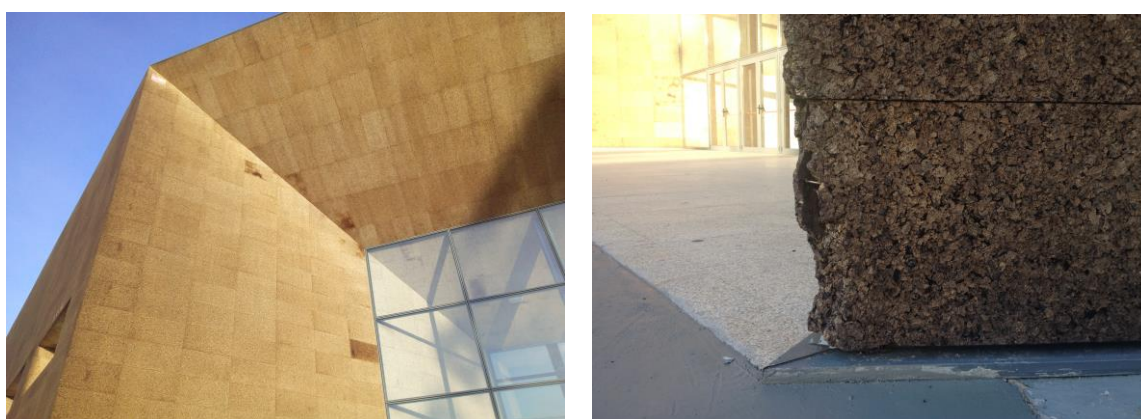


Figura 19 - Patologias no aglomerado de cortiça: alteração de cor e perda de material.

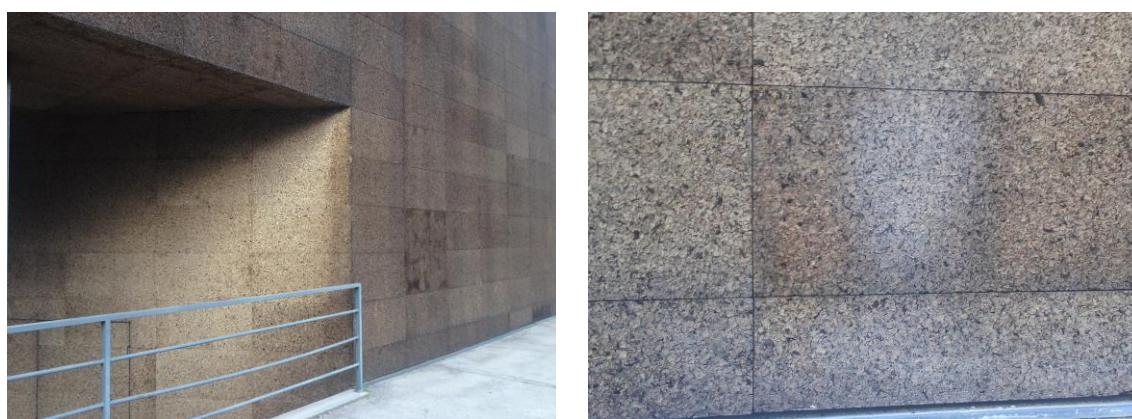


Figura 20 - Manchas carbonizadas no revestimento.

3. PRODUTOS IMPERMEABILIZANTES E MÉTODOS DE ENSAIO

Após encontradas possíveis opções de produtos impermeabilizantes existentes no mercado para este estudo, foi delineada a forma de aplicação de cada um nas amostras de aglomerado cortiça (Figura 21), sendo elaborado posteriormente, um plano de ensaios em laboratório com o objetivo de observar o comportamento das placas de aglomerado.

O planeamento dos ensaios foi organizado tendo em conta as condições reais à que qualquer revestimento exterior é sujeito. De modo, a ser possível comparar os dados obtidos em laboratório com a realidade.



Figura 21 - Provetes da amostra-padrão, cortiPAN.

3.1. Identificação das amostras cortiPAN

Neste subcapítulo, procede-se à identificação geral das amostras cortiPAN utilizadas na campanha de ensaios laboratoriais. Assim, os ensaios efetuados foram realizados em nove amostras. Na maioria dos ensaios cada amostra é constituída por três provetes, com dimensões aproximadas 190 x 130 x 60 (mm).

As amostras foram identificadas consoante o produto impermeabilizando aplicado. Na tabela seguinte encontram-se a identificação geral das amostras utilizadas ao longo do trabalho laboratorial.

Note-se, que a existência de duas amostras-padrão deve-se ao facto de ter sido necessário um maior número de amostras para os ensaios, adquiridas posteriormente. Assim, foi considerada uma segunda amostra-padrão (AP), uma vez que existem variáveis no processo de produção das placas, como humidade da cortiça e quantidade de cola aglutinante.

Tabela 4 - Identificação das amostras utilizadas nos ensaios laboratoriais.

Amostra	Produto impermeabilizante	
	Amostra-padrão, A	---
Amostra	F	HERFINA 35059
	L	HERLENE 35014
	T	TEGOSIVIN HE 328
	Amostra-padrão, AP	---
Amostra	FX	HERFINA 35059
	F/	
	S	SITREN 595
	C	CORKGARD WB - FACHADAS

3.2. Descrição dos produtos impermeabilizantes

Neste subcapítulo indicam-se os produtos impermeabilizantes que se destacaram, sendo cada um descrito de forma breve e indicadas as suas características dadas pelos fabricantes.

Os produtos propostos pela empresa Consorima - Comércio de Produtos Químicos, S.A foram: HERFINA 35059, HERLENE 35014, TEGOSIVIN HE 328 e SITREN 595 (Figura 22).

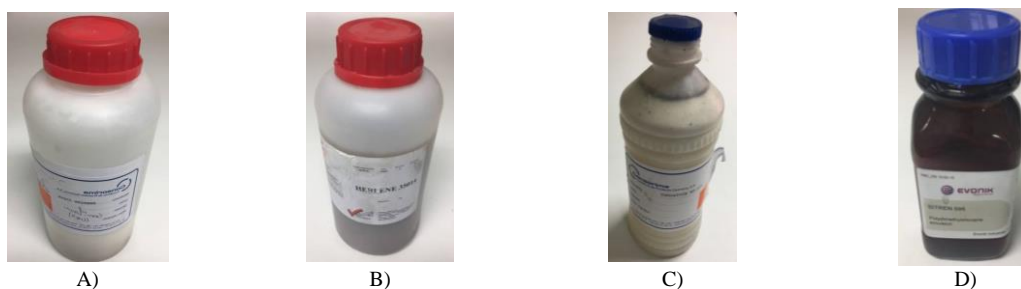


Figura 22 - Produtos impermeabilizantes da empresa Consorima: A) HERFINA 35059, B) HERLENE 35014; C) TEGOSIVIN HE 328, D) SITREN 595.

O produto proposto pelo fabricante Diera foi: CORKGARD WB-FACHADAS (Figura 23).



Figura 23 - Produto impermeabilizante da empresa Diera: CORKGARD WB - FACHADAS.

Na Tabela 5 encontra-se a descrição e as características físico-químicas de cada produto impermeabilizante.

Tabela 5 - Propriedades físico-químicas dos produtos impermeabilizantes (S.L, 2016, GmbH, 2008, Diera - Fábrica de Revestimentos, 2016).

Produto impermeabilizante						
Propriedades físico - químicas		HERFINA 35059	HERLENE 35014	TEGOSIVIN HE 328	SITREN 595	CORKGARD WB- FACHADAS
	Descrição	Emulsão de parafina	Emulsão de polietileno	Emulsão de silano/ siloxanos	Solução aquosa de organo-siloxanos reativos	Dispersão aquosa de um polímero fluoroquímico, com polímeros acrílicos e estireno-acrílico
	Forma	Líquido				
	Cor	Branco	Crema	Leitoso, branco	Branco	Castanhado - amarelado
	Conteúdo ativo	50±1 %	35±1 %	Aprox. 50%		---
	Carácter iónico	Aniónico		---	---	Aniónico
	Densidade	0,95 ± 0,01 g/cm ³	---	Aprox. 1,0 g/cm ³	Aprox. 1,0 g/cm ³	1,0±0,03 g/cm ³
	pH	10±1	9,5±1	6-9	7-9	7-8
	Ponto de inflamação	---	> 55°C	> 100°C	> 100°C	> 100°C
	Viscosidade	300 mm ² /s	---	40-55 mm ² /s	20 mm ² /s	----

A aplicação destes produtos, na generalidade, apresentam propriedades/benefícios, tais como:

- Repelência à água;
- Redução da absorção de água;
- Facilidade de aplicação;
- Boa capacidade de secagem;
- Boa capacidade de espalhamento.

3.3. Descrição da aplicação dos produtos impermeabilizantes

Os produtos impermeabilizantes foram sujeitos a um processo de diluição (v:v), de acordo com as fichas técnicas. O CORKGARD WB-FACHADAS foi o único produto que não foi sujeito a este processo, sendo aplicado diretamente nas placas cortiPAN.

Os produtos HERFINA 35059 e HERLENE 35014 foram diluídos, inicialmente, em 1:2 em água (amostra F e amostra L). Posteriormente, devido ao desempenho positivo do produto HERFINA 35059, este foi diluído em 1:4 em água, isto é metade da concentração inicial (amostra F/). E, ainda, diluído em 1:1 em água, o dobro da concentração inicial (amostra FX).

O produto TEGOSIVIN HE 328 foi diluído, de forma a conter 8% de ativos, isto é 16% do produto (amostra T). E, por último, o SITREN, foi diluído 1:5 em água (amostra S).

A aplicação das soluções dos produtos impermeabilizantes nas amostras de aglomerado de cortiça foi por dois tipos: imersão e aspersão.

A descrição das soluções dos produtos impermeabilizante e o respetivo tipo de aplicação nas amostras cortiPAN encontram-se descritas na Tabela 6.

Tabela 6 - Descrição das soluções dos produtos impermeabilizantes e das respetivas aplicações nas amostras cortiPAN.

Produto impermeabilizante	Designação da amostra	Descrição da solução		Tipo de aplicação
		V _{produto} mL	V _{água} mL	
HERFINA 35059	Amostra F	1000	2000	Imersão total e de forma homogénea com duração de 1 minuto.
	Amostra FX	1000	1000	
	Amostra F/	1000	4000	
HERLENE 35014	Amostra L	1000	2000	
TEGOSIVIN HE 328	Amostra T	500	3125	
SITREN 595	Amostra S	270	1350	Aplicação por pulverização à pistola de ar comprimido com uma pressão de 2,5 bar.
CORKGARD WB - FACHADAS	Amostra C	500	---	

3.3.1. Etapas de aplicação por imersão

As soluções aplicadas por imersão nos provetes cortiPAN tiveram a duração de 1 minuto (Figura 24), havendo o cuidado de todas as superfícies fossem imersas ao mesmo tempo, de

forma homogênea uma vez que a cortiça é um material que tende a apresentar zonas hidrofóbicas.



Figura 24 - Aplicação da solução por imersão.

De seguida, os provetes foram colocados na posição horizontal sobre uma rede metálica, para drenar o excesso de solução aplicada (Figura 25).



Figura 25 - Drenagem da solução aplicada.

Posteriormente, foram condicionados a uma secagem simples na posição vertical, que teve duração mínima de 7 dias em condições de laboratório, a uma temperatura $(15 \pm 5)^\circ\text{C}$ e uma humidade relativa de 53 a 64 %. (Figura 26).

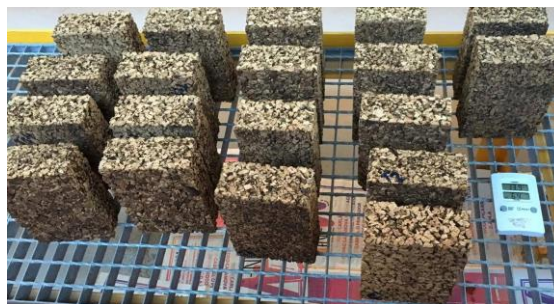


Figura 26 - Secagem simples dos provetes em condições de laboratório.

3.3.2. Etapas de aplicação por pulverização

O produto impermeabilizante, CORKGARD WB - FACHADAS, foi aplicado por pulverização à pistola de ar comprimido com uma pressão de 2,5 bar.

Inicialmente, os provetes foram colocados num local arejado para a realização da pulverização em todas as faces, existindo uma sequência da posição do provete aquando aplicação: na vertical e aproximadamente a 20° com a horizontal, de forma rotativa, face a face (Figura 27).

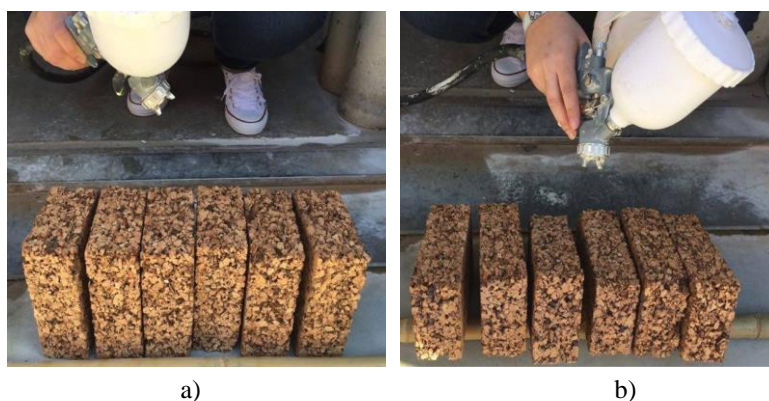


Figura 27 - Aplicação do produto CORKGARD WB - FACHADAS: a) na vertical; b) 20° com a horizontal.

Após aplicação do produto por face, o tempo de secagem foi de 10 minutos. Posteriormente, à pulverização total dos provetes, foram colocados na posição vertical em condições de laboratório para secagem simples, com um período mínimo de 7 dias.

3.4. Métodos dos ensaios laboratoriais

Neste subcapítulo irão ser enumerados os ensaios laboratoriais a ser efetuados ao longo desta dissertação e apresentado o procedimento experimental de cada um. Assim, será possível posteriormente avaliar o comportamento das placas de cortiça natural, cortiPAN com adição dos produtos impermeabilizantes mencionados na secção 3.3, funcionando como revestimento exterior de uma fachada em condições de laboratório.

Os ensaios laboratórios realizados foram planeados de acordo com os equipamentos e materiais disponíveis no Laboratório do Departamento de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Materiais e Cerâmica e no Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro.

Os ensaios laboratoriais delineados foram:

- Ensaio de absorção de água por imersão parcial: curta duração;
- Ensaio de envelhecimento artificial acelerado;
- Ensaio de determinação da planeza;
- Ensaio de análise de microscopia óptica;
- Ensaio de condutividade térmica;

A realização dos ensaios laboratoriais tem por base a adaptação das seguintes normas (Tabela 7).

Tabela 7 - Normas utilizadas para a realização dos ensaios laboratoriais.

Ensaio	Norma
Absorção de água por imersão parcial: curta duração	NP EN 1609:1998
Envelhecimento artificial acelerado	Procedimento experimental do DECivil
Determinação da planeza	NP EN 825:1995
Análise de microscopia óptica	Procedimento experimental do DGeo
Condutividade térmica	ISO 8301:1991

3.4.1. Ensaio de absorção de água por imersão parcial: curta duração

O ensaio de absorção de água por capilaridade mede a penetração de um fluido, que devido à diferença de pressões, que existem quando o líquido entra em contacto com os poros da superfície. Consequentemente, originam-se forças capilares que não são proporcionais às áreas dos poros.

Com avaliação do parâmetro de absorção de água e da porosidade da superfície, é possível concluir que quanto maior for a porosidade mais fácil será a percolação da água no interior do revestimento. Pois, assim o revestimento é capaz de absorver e libertar a água. Com este fenómeno, é necessário ter em conta a durabilidade e a compatibilidade do suporte com o revestimento (Ferreira, 2012).

O ensaio de absorção de água por imersão parcial de curta duração tem por base adaptação da norma NP EN 1609:1998 – “*Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação da absorção da água por imersão parcial: ensaio de curta duração*” (método A).

A execução deste ensaio baseia-se na colocação dos provetes em estudo, num recipiente com uma altura (10 ± 2) mm de água (Figura 28). Posteriormente, estes provetes são sujeitos a um tempo de secagem e consequentemente determina-se do valor de absorção de água.

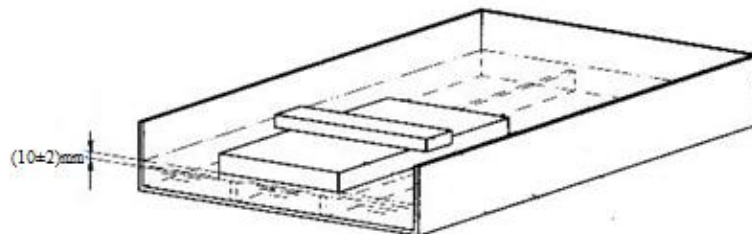


Figura 28 - Imersão parcial dos provetes segundo o método A (NP EN 1609:1998).

▪ **Procedimento experimental:**

O ensaio incidiu sobre três provetes de cada amostra com dimensões aproximadamente de 190 x 130 x 60 (mm) (Tabela 8).

Tabela 8 - Identificação das amostras utilizadas no ensaio de absorção de água por imersão parcial.

Amostra	Identificação do provete		
	Fase A	Fase B	
	Amostra – Padrão, A	A1, A2, A3	A4, A5, A6
	F	F1, F2, F3	F4, F5, F6
	L	L1, L2, L3	L4, L5, L6
	T	T1, T2, T3	T4, T5, T6
	Amostra – Padrão, AP	AP1, AP2, AP3	AP4, AP5, AP6
	FX	FX1, FX2, FX3	FX4, FX5, FX6
	F/	F/1, F/2, F/3	F/4, F/5, F/6
	S	S1, S2, S3	S4, S5, S6
C	C1, C2, C3	C4, C5, C6	

As faces de maiores dimensões dos provetes têm rugosidades diferentes. Assim foi necessário proceder à avaliação de absorção de água em ambas as faces. Inicialmente, procedeu-se ao ensaio da face com maior rugosidade e de seguida com menor.

Este ensaio foi realizado em duas fases, A e B respetivamente: a primeira foi efetuada em provetes não sujeitos a quaisquer outros ensaios e a segunda fase foi concretizado em provetes que estiveram sujeitos anteriormente ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado. O procedimento laboratorial da fase A e B foi igual.

Os equipamentos utilizados foram:

- Balança com precisão 0,01 g;
- Tanque de água;
- Câmara climática, ESPEC: ARL-680;
- Suporte de secagem;
- Pesos.

Os provetes cortiPAN foram previamente colocados numa estufa ventilada, durante 48 horas, sujeitos a um ambiente caracterizado por uma temperatura de $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ e uma humidade relativa de $(50\pm 5)\%$, com o objetivo de secarem e estabilizarem a sua massa (Figura 29).



Figura 29 - Estabilização da massa dos provetes em estufa.

Seguidamente, foi registado a massa inicial de cada provete m_0 (Figura 30).



Figura 30 - Registo da massa inicial (m_0) de cada provete.

O ensaio decorreu em ambiente característico idêntico ao ambiente de condicionamento inicial. Durante um período de 24 horas, a face de maior dimensão encontra-se em contacto com água, num tanque, com (10 ± 2) mm de altura (Figura 31).



Figura 31 - Provete colocado no tanque em contacto com água.

De seguida, os provetes são colocados em secagem durante $(10 \pm 0,5)$ minutos, numa posição de 45° (Figura 32). Registando-se posteriormente a massa final m_{24} .



Figura 32 - Secagem dos provetes com inclinação de 45° .

O valor de absorção de água por imersão parcial, é obtido através de:

$$W_p = \frac{m_{24} - m_0}{A_p} \quad (1)$$

Onde,

W_p - valor da absorção de água por imersão parcial (kg/m^2);

m_{24} - massa de cada provete obtida após 24h (kg);

m_0 - massa inicial de cada provete (kg);

A_p - área da secção inferior do provete, face em contacto com a água (m^2).

Efetuuou-se o cálculo da média dos três provetes de cada amostra, obtendo-se o valor de absorção de água por imersão parcial, W_p , para ambas as faces de maiores dimensões.

3.4.2. Ensaio de envelhecimento artificial acelerado

O ensaio de envelhecimento artificial acelerado é a combinação de ciclos de aquecimento/congelamento e humidificação/congelamento. Este ensaio tem como objetivo recolher resultados relativamente à previsão da vida útil das placas de aglomerado de cortiça natural.

Ao longo deste ensaio são utilizadas simulações das condições naturais de envelhecimento (Carvalho, 2008).

Após a realização do ensaio de envelhecimento artificial acelerado é possível analisar as alterações físicas das amostras, desde alterações de massa, a alterações visuais. E, assim ter ideia de qual o comportamento das amostras quando expostas às condições atmosféricas.

▪ Procedimento experimental:

O envelhecimento artificial acelerado foi realizado com recurso à ação combinada de temperatura e humidade relativa tendo a duração total de 78 dias, equivalente a 30 ciclos consecutivos. Com este procedimento, torna-se possível avaliar o comportamento das diferentes amostras quando sujeitas a diferentes condições de temperatura de humidade relativa, recorrendo à utilização de uma câmara climática.

Neste ensaio foram utilizados três provetes de cada amostra com dimensões aproximadamente de 190 x 130 x 60 (mm) (Tabela 9).

Tabela 9 - Identificação das amostras utilizadas no ensaio de envelhecimento artificial acelerado.

Amostra	Identificação do provete	
	Amostra – Padrão, A	A4, A5, A6
	F	F4, F5, F6
	L	L4, L5, L6
	T	T4, T5, T6
	Amostra – Padrão, AP	AP4, AP5, AP6
	FX	FX4, FX5, FX6
	F/	F/4, F/5, F/6
	S	S4, S5, S6
	C	C4, C5, C6

Para este ensaio foi necessário:

- Balança com precisão 0,01 g;

- Câmara climática, ESPEC: ARL-680;
- Máquina fotográfica.

Inicialmente, registou-se a massa inicial de cada provete das diferentes amostras (Figura 33).



Figura 33 - Registo da massa inicial de cada provete (m_0).

Os provetes de cada amostra foram colocados na câmara de ensaios climáticos (ESPEC: ARL-680), com um espaçamento entre cada uma, aproximadamente, de 6 cm (Figura 34).



Figura 34 - Provetes dispostos na câmara climática, ESPEC: ARL-680.

Os provetes foram sujeitos alternadamente a ciclos de verão e de inverno, sendo que estes consistiam no aquecimento/congelação e de humedificação/congelação, respetivamente. Cada ciclo tem quatro séries com uma duração de 7 horas. Assim, cada ciclo apresenta uma duração de 28 horas, em que o tempo de secagem tem uma duração mínima de 8 horas. Consequentemente, os ciclos têm a duração mínima de 36 horas.

O ciclo de verão consiste na variação de temperatura e humidade relativa, sendo que a temperatura varia entre 10°C a 60°C e a humidade relativa entre 40 a 95 %.

Na Tabela 10 é indicado a temperatura e a humidade relativa a que os provetes estão sujeitos ao longo deste ensaio. Estas condições são divididas por quatro séries.

Tabela 10 - Indicação das condições de temperatura e humidade relativa no ciclo de verão.

Série	step (min)	Verão			
		T (°C)	HR (%)	t (h)	t cumul. (h)
1	0	20	65	0	0
	1	60	95	0,5	0,5
	2	60	95	3,0	3,5
	3	10	40	0,5	4,0
	4	10	40	3,0	7,0
2	5	60	95	0,5	7,5
	6	60	95	3,0	10,5
	7	10	40	0,5	11,0
	8	10	40	3,0	14,0
3	9	60	95	0,5	14,5
	10	60	95	3,0	17,5
	11	10	40	0,5	18,0
	12	10	40	3,0	21,0
4	13	60	95	0,5	21,5
	14	60	95	3,0	24,5
	15	10	40	0,5	25,0
	16	10	40	3,0	28,0
	17	60	0	> 8	---

Seguidamente, na Figura 35, apresenta-se as variações do ciclo de verão a que os provetes estiveram sujeitos no decorrer do ensaio.

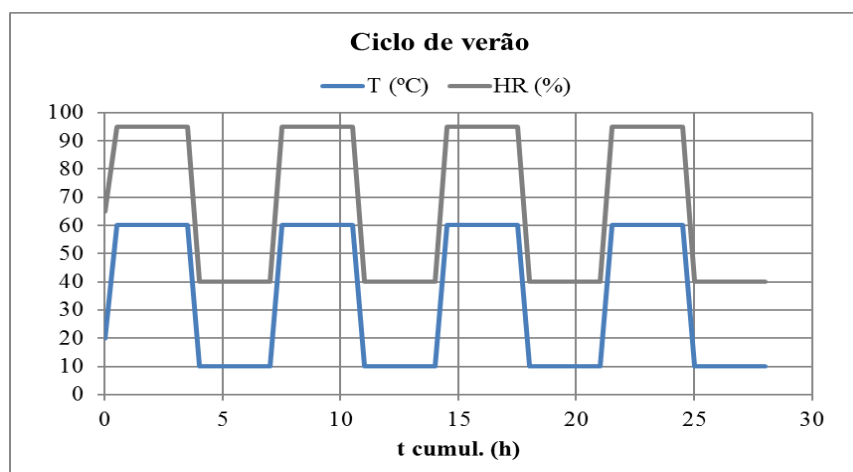


Figura 35 - Representação gráfica do ciclo de verão.

No final de cada ciclo de verão, faz-se o registo da massa de cada provete e o registo visual. O ciclo de inverno consiste na variação de temperatura entre -10°C a 30°C, não apresentando variação da humidade relativa (Tabela 11).

Tabela 11 - Indicação das condições de temperatura e humidade relativa no ciclo de inverno.

Inverno					
Série	step (min)	T (°C)	HR (%)	t (h)	t cumul. (h)
1	0	20	-	0	0
	1	30	-	0,5	0,5
	2	30	-	3,0	3,5
	3	-10	-	0,5	4,0
	4	-10	-	3,0	7,0
2	5	30	-	0,5	7,5
	6	30	-	3,0	10,5
	7	-10	-	0,5	11,0
	8	-10	-	3,0	14,0
3	9	30	-	0,5	14,5
	10	30	-	3,0	17,5
	11	-10	-	0,5	18,0
	12	-10	-	3,0	21,0
4	13	30	-	0,5	21,5
	14	30	-	3,0	24,5
	15	-10	-	0,5	25,0
	16	-10	-	3,0	28,0
	17	60	0	> 8	---

Seguidamente, a Figura 36 é a apresentação do ciclo de inverno em relação as condições à que os provetes estão sujeitos ao longo do tempo.

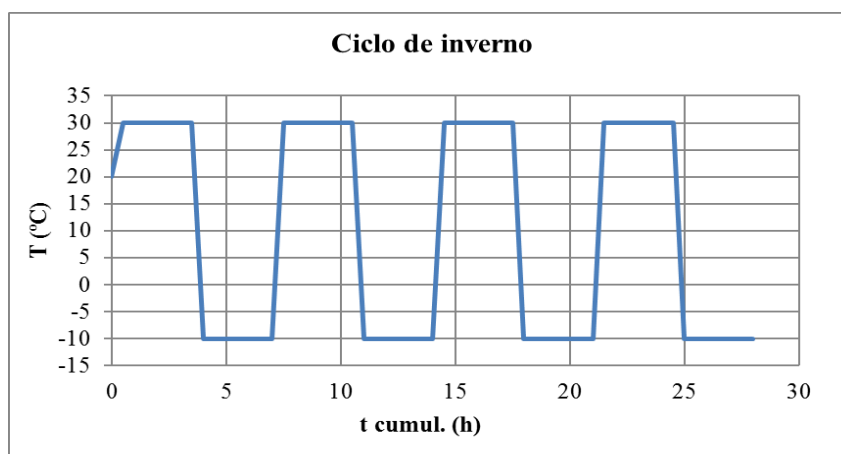


Figura 36 - Representação gráfica do ciclo de inverno.

No final do ciclo de inverno, faz-se novamente o registo da massa de cada provete e o registo visual. Este procedimento é repetido ao fim de cada ciclo verão/inverno ao longo do ensaio de envelhecimento artificial acelerado.

3.4.3. Ensaio de determinação da planeza

A definição de planeza é o desnível apresentado na superfície de cada provete de todas amostras em estudo. Assim, este ensaio tem como objetivo avaliar a estabilidade dimensional dos provetes, tendo como comparação os provetes antes e após terem sido submetidos ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado.

O ensaio de planeza das superfícies é normalmente avaliado com auxílio de uma régua ou com um aparelho eletrónico com apalpador e defletómetro (Torres, 2010). No presente caso, o ensaio realizar-se-á com ajuda do defletómetro. A avaliação da planeza das superfícies dos provetes será medido segundo o comprimento dos provetes (Figura 37). A irregularidade da superfície a avaliar segue a metodologia da norma EN 825:1995 – “*Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação da planeza.*”, em que o valor máximo admitido é 2 mm.

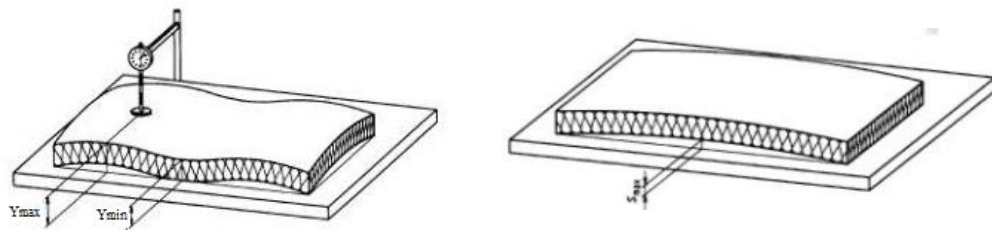


Figura 37 - Medição do desvio das superfícies dos provetes ao longo do comprimento (NP EN 825:1995).

▪ Procedimento experimental:

O ensaio incidiu sobre três provetes de cada amostra com dimensões aproximadamente de 190 x 130 x 60 (mm), sendo estes identificados na Tabela 12.

Tabela 12 - Identificação das amostras utilizadas no ensaio de determinação da planeza.

		Identificação do provete
Fase A	Amostra – padrão, AP	AP1, AP2, AP3
	Amostra – padrão, A	A4, A5, A6
	F	F4, F5, F6
	L	L4, L5, L6
Fase B	T	T4, T5, T6
	Amostra – padrão, AP	AP4, AP5, AP6
	FX	FX4, FX5, FX6

A fase A corresponde ao ensaio de provetes da amostra-padrão (AP), sem estes terem sido submetidos ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado. E a fase B é relativa aos

provetes que anteriormente estiveram sujeitos ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado.

Para este ensaio foi necessário:

- Régua;
- Suporte metálico;
- Disco com diâmetro de 5 cm;
- Defletómetro analógico 0,01 mm.

Inicialmente os provetes de cada amostra foram previamente condicionados, durante 120 horas, em um ambiente caracterizado por uma temperatura de $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ e uma humidade relativa de $(50\pm 5)\%$. O ensaio decorreu num ambiente com características idênticas ao ambiente de condicionamento inicial.

O primeiro passo, para a execução deste ensaio foi proceder à marcação do centro do provete nas duas direções. Sendo considerado o centro da placa, o ponto de calibração do equipamento de medição (P1), isto é o ponteiro principal marcava 0. Os pontos P2 e P3, situados nos extremos do provete e a meio segundo a direção vertical, foram os pontos considerados para a medição do valor de planeza (Figura 38 e Figura 39).

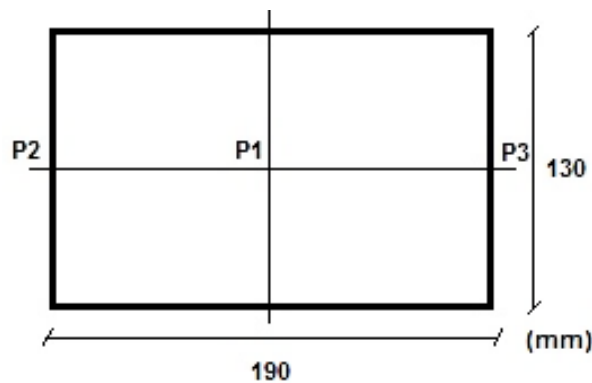


Figura 38 - Planta esquemática da localização dos pontos P1, P2 e P3.



Figura 39 - Esquema representativo das etapas durante a medição.

Ao longo da deslocação do provete em conjunto com o disco, teve-se o cuidado de em todos os pontos, a ponta de contacto do defletómetro se situar no centro do disco. E posteriormente puxar a ponta de fuso (extremidade superior do equipamento) e obter o valor de desvio. Este procedimento foi igual para todos os provetes de cada amostra, para ambas as fases. Após obtenção dos valores de cada ponto em todos os provetes, o valor da planeza foi obtido pela seguinte equação:

$$S_{m\acute{a}x} = Y_{m\acute{a}x} - Y_{m\acute{i}n} \quad (2)$$

Onde,

$Y_{m\acute{a}x}$ - o maior valor do desvio de planeza;

$Y_{m\acute{i}n}$ - o menor valor do desvio de planeza.

3.4.4. Ensaio de análise de microscopia óptica

A análise de microscopia óptica tem como objetivo visualizar a estrutura celular dos provetes das diferentes amostras. Assim, pretende-se verificar se as células de aglomerado de cortiça mantêm a sua estrutura e dimensões originais ou se sofreram alguma alteração, para consequente comparação microscópica de amostras-padrão e de amostras com soluções impermeabilizantes aplicadas, antes e depois de terem sido submetidas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado.

Este ensaio foi realizado a amostra-padrão (A) e à amostra F/, uma vez que foi uma das amostras que destacou positivamente nos ensaios de absorção de água por imersão parcial de curta duração e no ensaio de envelhecimento artificial acelerado.

▪ **Procedimento experimental:**

O ensaio incidiu sobre um provete de cada amostra com uma espessura variável. Uma vez que se trata de um material não homogêneo e com pouca resistência ao corte, não sendo possível um corte com espessura constante em todas as amostras. Na Tabela 13, encontram-se identificadas as amostras e as suas espessuras.

Tabela 13 - Identificação das amostras do ensaio de análise de microscopia óptica.

	Amostra	Espessura mm
Sem envelhecimento artificial acelerado	A	25
	F/	10
	F/ com corante	15
Com envelhecimento artificial acelerado	A	30
	F/	20

Neste ensaio o material utilizado foi:

- Corante de cor vermelha, designado por *NIEVSOL RED* fornecido pela empresa Diera;
- Microscópio estereoscópico *NIKON SMZ800*, ligado a uma fonte de luz intralux 5000-1;
- *Software NIS Element*.

Inicialmente, as amostras seleccionadas foram cortadas ficando com as dimensões aproximadamente de (60 x 130 x 60 mm), como ilustra a Figura 40.



Figura 40 - Amostras com dimensões (60 x 130 x 60 mm).

A amostra F/ com corante (sem envelhecimento artificial acelerado), teve uma etapa intermedia, de forma a aplicar o produto impermeabilizante com adição de corante (Figura 41).

O método de aplicação foi de imersão total de forma homogênea com duração de um 1 minuto, sendo que a concentração de corante utilizada foi de 2%. Seguindo-se, de uma secagem em condições de laboratório, num período de 48 horas.

A aplicação do corante no impermeabilizante teve como objetivo visualizar a infiltração do mesmo no aglomerado de cortiça.



Figura 41 - Amostra F/ com adição de corante sem envelhecimento.

De seguida, no laboratório do departamento de Geociências, procedeu-se ao corte das amostras (Figura 42) com as espessuras indicadas na Tabela 13.



Figura 42 - Amostra F/ com 10 mm de espessura.

Na observação com recurso ao microscópico estereoscópico NIKON SMZ800 e ao *software* NIS Element, obteve-se por registo fotográfico a análise da estrutura das amostras, com uma ampliação de 500 vezes.

3.4.5. Ensaio de condutividade térmica

A condutividade térmica é por definição a quantidade de calor que atravessa o material de área unitária na unidade de tempo, quando existe uma diferença de temperatura de uma unidade entre essa superfície e uma outra igual, a uma distância unitária.

A condutividade térmica é a relação do fluxo de calor com o gradiente de temperatura.

Este parâmetro é importante devido a exigências termo-higrométricas. Quando a condutividade térmica apresenta um valor baixo significa que o material é um bom isolante térmico (Ferreira, 2012).

Este ensaio foi realizado com recurso à adaptação da norma internacional ISO 8301:1991 – “*Thermal insulation – Determination of steady-state thermal resistance and related properties – Heat flow meter apparatus*”.

A Figura 43 ilustra o procedimento do ensaio de condutividade térmica, com dois transmissores de calor (quente e frio) com um único provete.

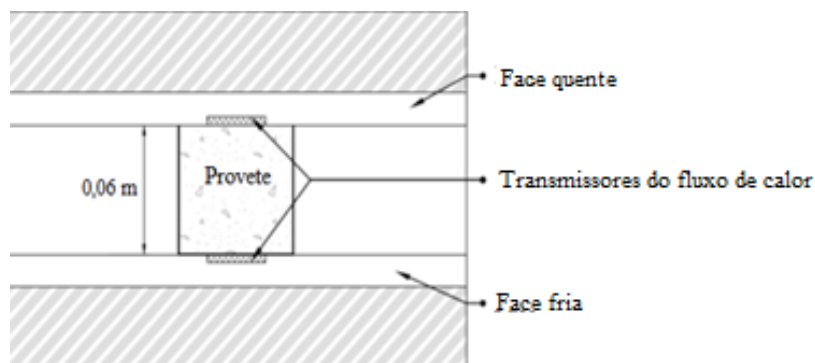


Figura 43 - Esquema ilustrativo do ensaio de condutividade térmica (adaptação Senff *et al.*, 2016).

▪ **Procedimento experimental:**

O ensaio de condutividade térmica incidiu sobre quatro provetes de cada amostra, com dimensões 40 x 40 x 60 mm.

A avaliação do desempenho térmico destas amostras realizou-se em duas fases.

Inicialmente procedeu-se ao ensaio das amostras sem que as mesmas tenham sido submetidas a qualquer ensaio anterior (fase A) e numa fase posterior às amostras sujeitas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado (fase B). Na Tabela 14, são identificadas as amostras utilizadas durante este ensaio, tanto na fase A como na fase B.

Tabela 14 - Identificação das amostras utilizadas no ensaio de condutividade térmica.

		Identificação do provete	
		Fase A	Fase B
Amostra	Amostra – Padrão, A	A7, A8, A9, A10	A7E, A8E, A9E, A10E
	F	F7, F8, F9, F10	F7E, F8E, F9E, F10E
	F/	F/7, F/8, F/9, F/10	F/7E, F/8E, F/9E, F/10E
	S	S7, S8, S9, S10	S7E, S8E, S9E, S10E

Os equipamentos utilizados foram:

- Balança com precisão 0,01 g;
- *Software* HFM-CT1000;

- Placas de transmissão de calor com 1 mm de espessura;
- Craveira digital com precisão 0,01 mm;
- Equipamento de condutividade térmica, fabricado pelo DEMaC.

Inicialmente, procedeu-se ao corte das placas de cortiça, cortiPAN, de forma a obter os provetes de cada amostra com as dimensões apropriadas. Seguidamente, efetuou-se a medição da espessura (l) e da massa inicial ($m_{inicial}$) de cada provete (Figura 44).



Figura 44 - Registo da medição da espessura (l) e da massa inicial ($m_{inicial}$) de cada provete.

De seguida, calibrou-se o aparelho medidor com um provete padrão, de forma a observar um tempo de estabilização. Note-se que o período mínimo de estabilização do fluxo considerado foi de 6 horas.

Cada provete de cada amostra, foi sujeito a um fluxo descendente, sendo colocado entre duas superfícies, um superfície quente e outra fria, a 60°C e a 40°C, respetivamente, obtendo-se um diferencial de temperatura.

Posteriormente à medição do fluxo de calor, efetuou-se a medição da massa final (m_{final}) de cada provete. O procedimento de ensaio foi igual para a fase A e B.

A Figura 45 mostra o *software* HFM-CT1000 que é utilizado no decorrer do ensaio de condutividade térmica.

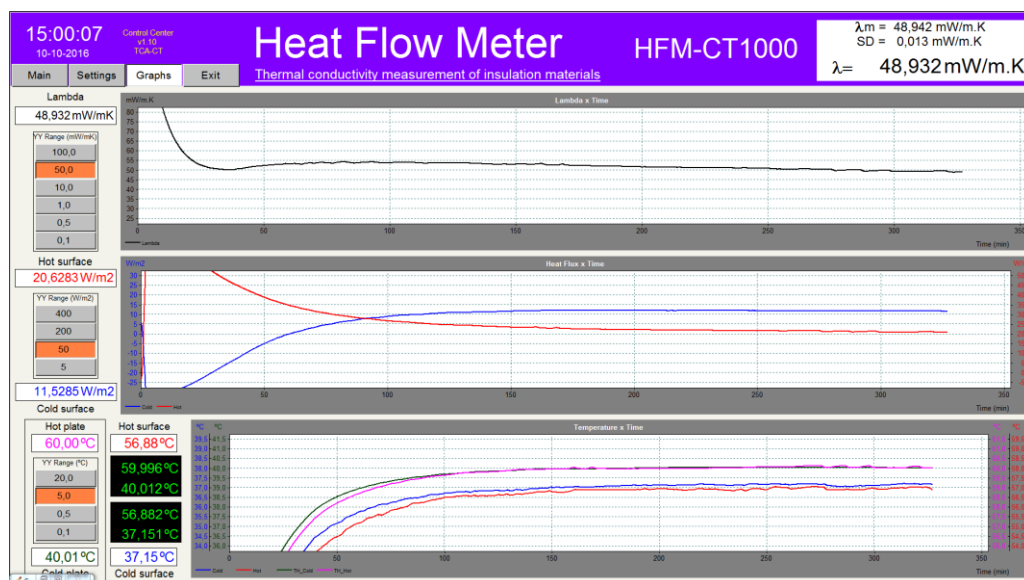


Figura 45 - Software HFM-CT1000 utilizado no ensaio de condutividade térmica.

4. DISCUSSÃO DE RESULTADOS





De seguida, apresentam-se os resultados gerais e considerados relevantes dos vários ensaios laboratoriais realizados. No Anexo B encontram-se os resultados, na totalidade, dos ensaios.



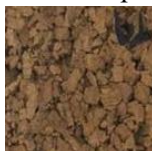









4.1. Análise visual das amostras

As amostras das placas de aglomerado de cortiça natural apresentam diferentes tonalidades, resultantes do processo de produção. Assim, é possível observar que os provetes variam de tonalidade de provete para provete, bem como de amostra para amostra. As amostras que apresentam uma tonalidade mais díspar são as L e T, sendo também constituídas por grânulos de cortiça mais pequenos do que as restantes.

No seguimento o trabalho desenvolvido na presente dissertação é possível verificar que aplicação dos produtos impermeabilizantes nas amostras cortiPAN resultaram em alterações visuais. Assim, como forma de comparação na Tabela 15 encontram-se as amostras-padrão, colocadas com disposição vertical (A e AP) e as amostras com os diferentes produtos, dispostas na posição horizontal.

Tabela 15 - Análise visual comparativa das amostras-padrão com as amostras com o impermeabilizante aplicado.

	Análise visual	Pormenor visual
Amostra F		
		A1: Amostra-padrão
Amostra L		
		A1: Amostra-padrão

Amostra T		L1: Amostra L
		
		A1: Amostra-padrão
		
Amostra FX		T1: Amostra T
		
		AP1: Amostra-padrão
		
Amostra F/		FX1: Amostra FX
		
		AP1: Amostra-padrão
		
Amostra S		F/1: Amostra F/
		
		AP1: Amostra-padrão
		
		S1: Amostra S



As placas de aglomerado apresentaram alterações, tais como: na intensidade do brilho, suavidade ao tato e mudança de tonalidade. A amostra F e S são as que evidenciam um aumento da intensidade do brilho e da suavidade ao tato maior. Pelo contrário, a amostra F/ é a que apresenta menor alteração a estas duas características, respetivamente. A amostra C é a única amostra que exibe mudança da tonalidade de cor (azul).

Para além das alterações referidas anteriormente, é possível verificar que as amostras com os produtos aplicados aparentam uma maior resistência ao toque e uma perda menor de material, quando comparadas com as amostras cortiPAN sem adição de produto impermeabilizante.

4.2. Ensaio de absorção de água por imersão parcial: curta duração

O ensaio de absorção de água por imersão parcial de curta duração foi realizado em duas fases, como já referido anteriormente. A fase A corresponde ao ensaio dos provetes, das respetivas amostras, que não foram sujeitos a qualquer outro ensaio. A fase B diz respeito ao ensaio dos provetes sujeitos ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado. Os valores obtidos são apresentados para a face rugosa (face interior) e a face lisa (face exterior) quando utilizadas atualmente, como solução de isolamento térmico e acústico.

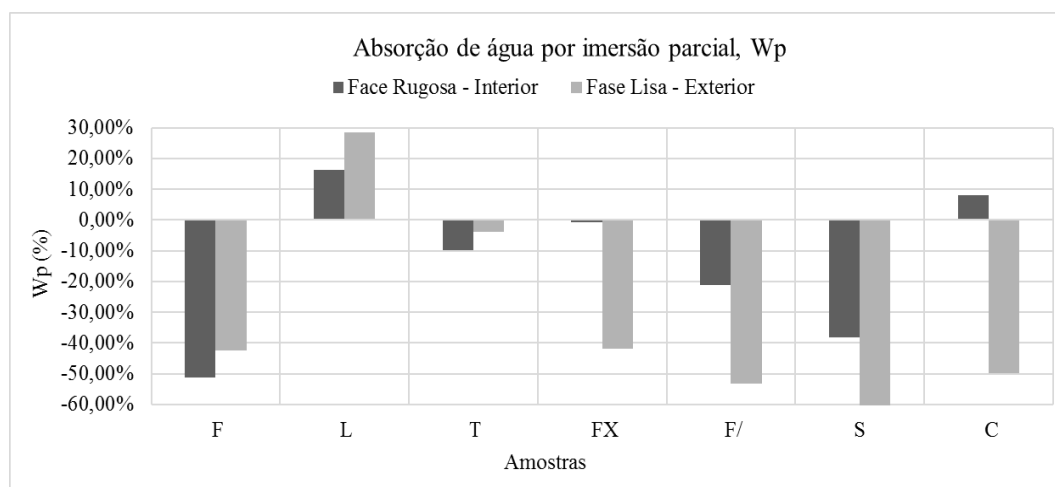
No anexo B, secção B.1 são apresentados os valores de absorção de água de cada provete das diferentes amostras.

Na Tabela 16 são apresentados os valores médios de W_p e a variação de W_p em relação à amostra-padrão correspondente relativos à fase A, para a face rugosa e para a face lisa.

É de salientar que os valores obtidos pelas amostras F, L e T serão comparados com o valor da amostra-padrão (A). E, as amostras FX, F/, S e C com a amostra-padrão (AP).

Tabela 16 - Valores médios de W_p e percentagem de variação de W_p das amostras (fase A).

Amostra	Face Rugosa		Face Lisa	
	W_p (kg/m ²)	W_p (%)	W_p (kg/m ²)	W_p (%)
A	2,23	---	2,90	---
F	1,09	-51,1%	1,67	-42,3%
L	2,59	16,2%	3,73	28,5%
T	2,02	-9,7%	2,79	-3,8%
AP	3,59	---	4,90	---
FX	3,57	-0,73%	2,85	-41,9%
F/	2,83	-21,1%	2,30	-53,1%
S	2,22	-38,2%	1,54	-68,6%
C	3,88	7,9%	2,46	-49,8%

Figura 46 - Representação gráfica da variação de W_p de ambas as faces (fase A).

Tendo em conta os valores apresentados na Tabela 16 e na Figura 46 é possível verificar que relativamente à face rugosa (face interior), as amostras que apresentam uma maior perda de massa e, conseqüentemente, detêm de um menor valor de absorção de água são: amostra F (-51,1%), amostra S (-38,2%) e amostra F/ (-21,1%). Sendo a amostra L e C, as que apresentam um ganho de massa, isto é, um valor de absorção de água superior ao valor das amostra-padrão (AP), respetivamente, 16,2% e 7,9%.

No que diz respeito à face lisa, face exposta diretamente às condições atmosféricas, as amostras que se destacam com valores de maior perda quando comparadas com as amostras-padrão são: amostra S (-68,9%), amostra C (-49,8%), amostra F/ (-53,1%) e amostra F (-42,3%). A amostra L tem um ganho de massa, logo maior absorção de água (28,5%).

As amostras-padrão (A e AP) apresentam valores maiores a 2 kg/m^2 , valor de referência da DOFcork. A face rugosa tem uma variação superior entre 12 e os 80%. Enquanto que a face lisa apresentam uma variação superior à face rugosa. Esta variação entre as amostras-padrão e o valor de referência surge com o facto das amostras comparadas não terem sido fabricadas na mesma altura, apresentando diferenças como a humidade e a quantidade de cola aglutinante.

Os valores obtidos relativamente à fase B, para ambas as faces, apresentam-se na Tabela 17 e Figura 47.

Tabela 17 - Valores médios de W_p e respetiva variação de W_p das amostras (fase B).

Amostra	Face Rugosa		Face Lisa	
	$W_p \text{ (kg/m}^2\text{)}$	$W_p \text{ (%)}$	$W_p \text{ (kg/m}^2\text{)}$	$W_p \text{ (%)}$
A	1,25	---	2,33	---
F	0,54	-56,6%	0,99	-57,5%
L	1,11	-10,8%	2,09	-10,4%
T	1,23	-1,6%	1,27	-45,7%
AP	2,31	---	1,64	---
FX	0,58	-75,1%	0,93	-43,3%
F/	0,32	-86,0%	0,83	-49,7%
S	1,17	-49,5%	1,36	-17,4%
C	0,38	-83,8%	1,64	-0,50%

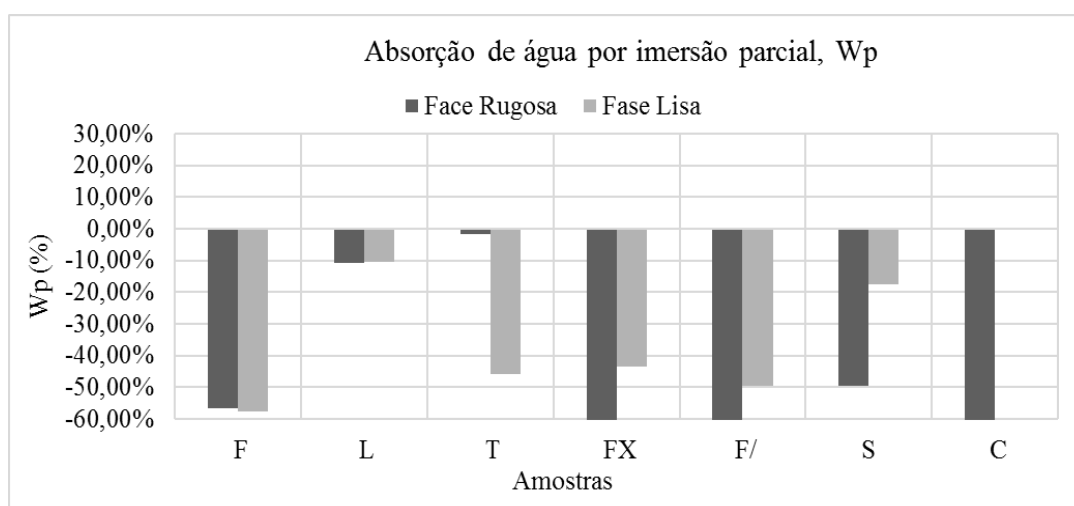


Figura 47 - Representação gráfica da variação de W_p de ambas as faces (fase B).

Após as amostras serem submetidas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado, as amostras que se destacam positivamente no que diz respeito à absorção de água relativo à

face rugosa são: amostra F/ (-86,0 %), amostra C (-83,8%), amostra FX (-75,1 %) e a amostra F (-56,6%). Os valores que se destacam relativamente ao ensaio da face lisa correspondem às amostras F (-57,5%), à amostra F/ (-49,7%), à amostra T (-45,7%) e, por último, à amostra FX (-43,3%). Estas amostras detêm uma maior perda de massa, isto é, menor absorção de água. Nenhuma amostra apresenta um valor W_p superior às amostras-padrão.

Assim, é possível verificar que as faces lisas exibem maiores valores de absorção que as faces rugosas. Este facto é indicativo de que quanto maior o grau de porosidade, maior a facilidade de absorver/libertar água.

Uma outra perspetiva de análise é realizada em função do ensaio de envelhecimento artificial acelerado, antes e após, as amostras terem sido submetidos ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado.

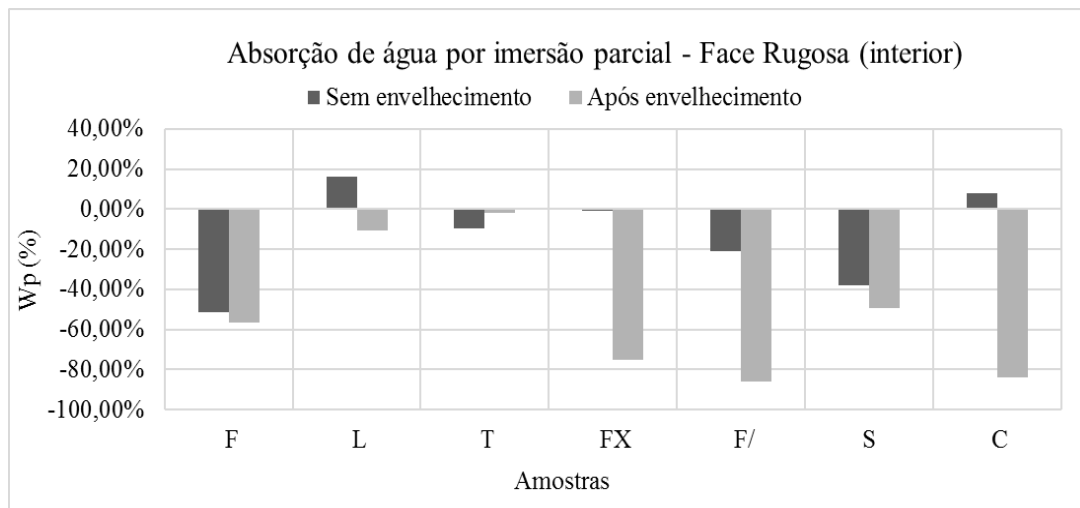


Figura 48 - Representação gráfica da variação média de W_p (Face rugosa).

Ao analisar a Figura 48 é possível verificar que as amostras F, FX, F/ e a amostra S, apresentam uma diminuição de absorção de água depois de terem sido submetidas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado.

E, por fim, a amostra T é a única amostra que apresenta uma maior absorção de água após o ensaio de envelhecimento.

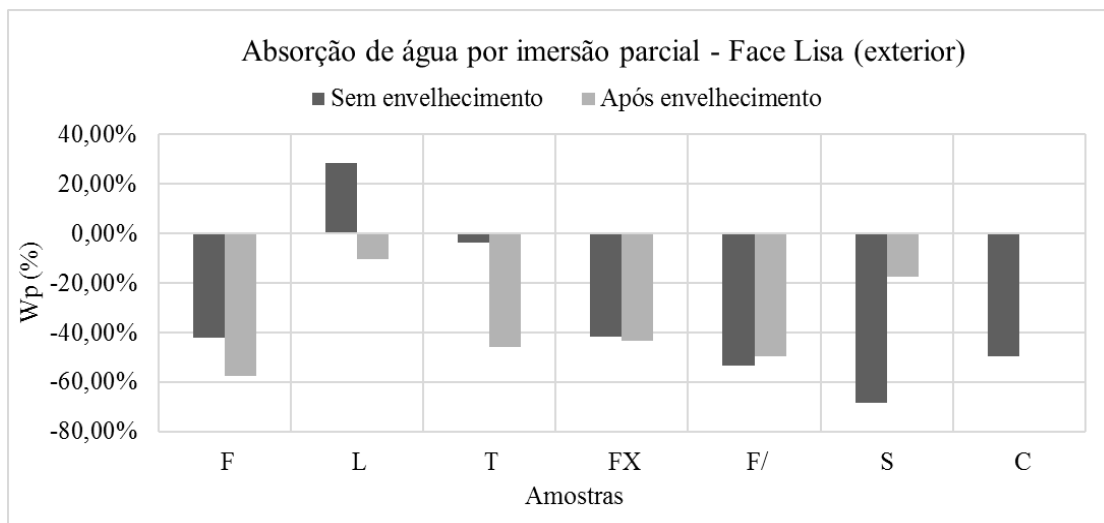


Figura 49 - Representação gráfica da variação média de Wp (Face lisa).

Na Figura 49 destacam-se as amostras F, L, T e FX, quando comparadas com as respectivas amostras-padrão (A e AP), uma vez que apresentam um decréscimo de absorção de água após terem sido sujeitas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado. Enquanto que as amostra F/, S e C demonstram um aumento de absorção de água. Note-se que a amostra C após envelhecimento tem um valor de -0,50 %, aproximadamente 0, quando comparada com amostra-padrão.

Numa fase final de análise do valor de absorção de água, com recurso à representação gráfica (Figura 50), compararam-se os valores obtidos no ensaio com os valores das diferentes soluções de aglomerado de cortiça existentes no mercado.

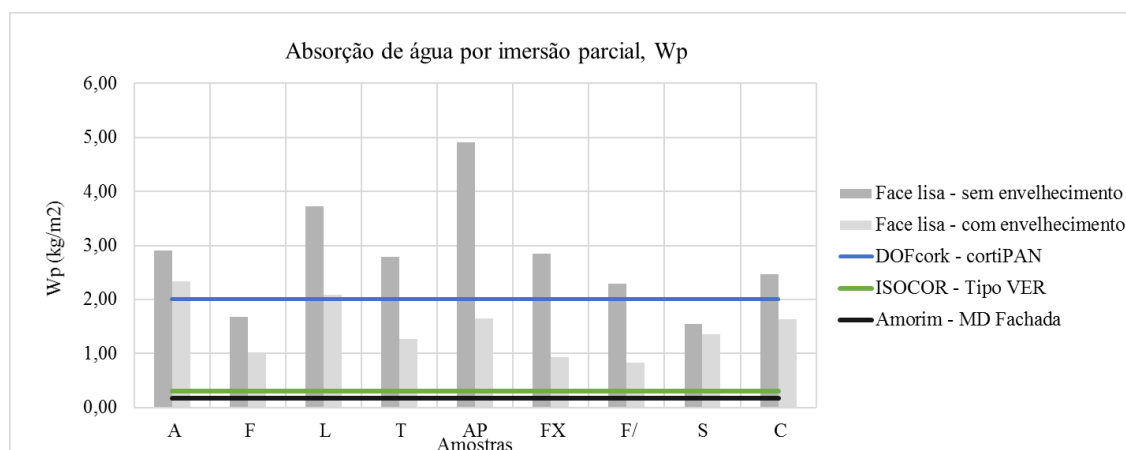


Figura 50 - Comparação dos valores de absorção de água das diferentes soluções de aglomerado de cortiça.

Quando as placas cortiPAN são aplicadas, é a face lisa da placa que se encontra exposta diretamente aos diferentes agentes de deterioração. Assim, será sobre esta face que se incidem os resultados e as respetivas comparações.

Tendo em conta os valores representados, é notória a diferença do valor de absorção de água da solução de aglomerado natural (cortiPAN), tendo o valor de 2 kg/m^2 e das soluções de aglomerado negro, tipo REV e MD Fachada, apresentando os valores de 0,17 e $0,03 \text{ kg/m}^2$, respetivamente. Isto deve-se ao processo de fabrico diferir entre os dois tipos de aglomerado. As amostras F e S são as que apresentam valores de absorção de água inferior a 2 kg/m^2 . As restantes amostras apresentam valores que ultrapassam o valor de referência da solução cortiPAN (2 kg/m^2).

4.3. Ensaio de envelhecimento artificial acelerado

No decorrer do ensaio de envelhecimento artificial acelerado foram observadas alterações visuais nas diferentes amostras e efetuado o respetivo registo fotográfico. Procedendo-se, também ao registo da massa de cada provete das amostras no final de cada ciclo, para uma posterior análise da variação da massa. Ao longo deste ensaio foram realizados 15 ciclos de verão e 15 ciclos de inverno alternadamente.

4.3.1. Registo fotográfico das amostras









As fotografias das amostras no decorrer dos ciclos apresentam diferentes intensidades de brilho, saturação e temperatura uma vez que o registo foi efetuado aquando do terminar de cada ciclo, que findou tanto de dia como de noite.

Ao longo deste subcapítulo serão apresentadas fotografias obtidas durante o ensaio, sendo apenas expostas as que correspondem ao início do ensaio, ao fim do 12º ciclo, 18º ciclo e, por último, do 30º ciclo. A apresentação das fotografias apenas destes ciclos é devido aos provetes exibirem alterações entre o 12º e 18º ciclo, sendo as restantes fotografias apresentadas para uma consequente comparação visual. O registo por fotografias apenas foi realizado às faces lisas (menor rugosidade), uma vez que são estas que se encontram expostas quando utilizadas como solução de isolamento térmico e acústico.

O procedimento deste ensaio requer um manuseamento dos provetes e, assim, é de realçar uma perda pequena de material, principalmente nas arestas dos provetes. Um outro ponto a salientar é que o recurso à fotografia não permite destacar todos os pormenores evidenciados.

Na Tabela 18, encontram-se o registo fotográfico efetuado ao longo dos ciclos aos provetes da amostra A.

Tabela 18 - Registo fotográfico da amostra A no decorrer dos ciclos.









Amostra A	
Início	 
Obs.:	- Existência de perda de material nas arestas dos provetes.
12º Ciclo	 
Obs.:	- Aumento de perda de material; - Aparecimento de manchas acinzentadas.
18º Ciclo	 
Obs.:	- Amarelecimento do aglomerado de cortiça mais claro.
30º Ciclo	 
Obs.:	- Aumento de perda de material e do amarelecimento do aglomerado.

No decorrer do registo fotográfico da amostra A, as alterações observadas nos provetes foram o aparecimento de manchas acinzentadas (12º ciclo), aparecimento de amarelecimento nos grânulos mais claros (18º ciclo) e perda de material no decorrer do ensaio (12º e 30º

ciclo). Note-se que estes provetes da amostra A inicialmente evidenciavam ausência de material nas suas faces, tendo aumentado devido ao manuseamento dos provetes ao longo dos ciclos.

Na Tabela 19 encontram-se as fotografias retiradas aos provetes da amostra F ao longo dos ciclos deste ensaio.





Tabela 19 - Registo fotográfico da amostra F no decorrer dos ciclos.

Amostra F			
Início	 		
Obs.:	- Maior resistência ao toque quando comparada com a amostra-padrão.		
12º Ciclo	 		
Obs.:	- Destaque do aclaramento de pequenos grânulos de cortiça.		
18º Ciclo	 		
Obs.:	- Os grânulos de cortiça apresentaram um aclaramento; - As superfícies dos provetes sofreram um empolamento.		
30º Ciclo	 		
Obs.:	- Aumento progressivo do empolamento das superfícies e aclaramento dos grânulos.		

Durante o ensaio os provetes desta amostra não apresentaram alterações visuais significativas. Ao fim do 18º ciclo, os grânulos de cortiça aclararam e as superfícies dos provetes sofreram um ligeiro empolamento devido a serem submetidos a condições de temperatura e humidade relativa extremas. De uma forma comparativa esta amostra foi a que se destacou positivamente a nível visual.

Na Tabela 20 expõem-se as fotografias dos provetes da amostra L.




Tabela 20 - Registo fotográfico da amostra L ao longo dos ciclos.

Amostra L			
Início			
Obs.:	- Provetes com aglomerado de cortiça mais escuro.		
12º Ciclo			
Obs.:	- Aparecimento de pontos de cor mais clara nos provetes.		
18º Ciclo			
Obs.:	- Maior destaque do aparecimento dos pontos mais claros nas superfícies.		
30º Ciclo			
Obs.:	- Aumento progressivo de aclaramento do aglomerado mais claro.		

Os provetes da amostra L apresentam grânulos de cortiça mais escuros e mais pequenos quando comparado com as outras amostras. As superfícies destes provetes exibem ainda um grau de alisamento inferior. Estas diferenças resultam do processo de produção das placas cortiPAN. Ao fim do 12º ciclo foi possível observar as primeiras diferenças de cor, em diferentes grânulos de cortiça dos provetes. As alterações de cor estão dispersas aleatoriamente por toda a superfície. Este aclaramento aumentou progressivamente até ao 18º ciclo, mantendo-se estável até ao final do ensaio.

Na tabela seguinte (Tabela 21) apresenta-se o registo fotográfico efetuado ao longo do ensaio, aos provetes da amostra T.

Tabela 21 - Registo fotográfico da amostra T.



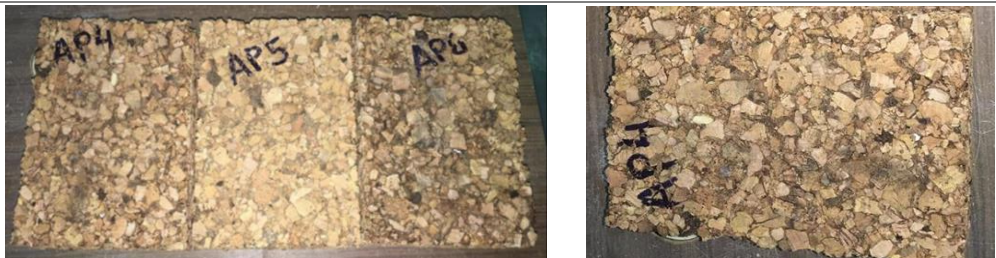
Amostra T			
Início			
Obs.:	- Provetes com aglomerado de cortiça mais escuro.		
12º Ciclo			
Obs.:	- Ligeiro aparecimento de pontos claros ao longo das superfícies (irregular).		
18 Ciclo			
Obs.:	- Aumento progressivo do aparecimento de pontos mais claros nas superfícies dos provetes.		



Amostra T			
30° Ciclo			
Obs.:	- Presença dos pontos de cor mais clara nas superfícies.		

Os provetes desta amostra, exibidos na tabela acima, apresentam as mesmas variáveis destacadas na amostra L: os grânulos mais escuros, mais pequenos e o nível de alisamento das superfícies inferior. No decorrer o ensaio, observou-se um aparecimento de pontos de cor clara nas superfícies dos provetes.

Seguidamente, na Tabela 22 exibem-se as fotografias tiradas ao longo dos ciclos à amostra AP.

Tabela 22 - Registo fotográfico da amostra AP.







Amostra AP			
Início			
Obs.:	- Provetes com grânulos de cortiça mais claros e com menor resistência ao toque; - Perda de material das arestas dos provetes;		
12° Ciclo			
Obs.:	- Aparecimento de pontos mais claros nas superfícies dos provetes; - Amarelecimento dos grânulos mais claros.		
18° Ciclo			

Amostra AP	
Obs.:	- Aumento progressivo do aparecimento de pontos e de manchas; - Empolamento das superfícies dos provetes.
30º Ciclo	 
Obs.:	- Aumento progressivo de perda material, de manchas e de empolamento das superfícies.

Durante o registo fotográfico dos provetes foi possível destacar o aparecimento de pontos de cor mais clara, dispersos aleatoriamente por toda a superfície e algumas manchas de tom amarelado nos grânulos de cortiça mais claros.

Na Tabela 23, mostra-se as respetivas fotográficas da amostra F/.

Tabela 23 - Registo fotográfico das amostras F/.





Amostra F/	
Início	 
Obs.:	
12º Ciclo	 
Obs.:	- Aparecimento de pontos claros no aglomerado; - Inícios de amarelecimento do aglomerado.
18º Ciclo	 





Amostra F/	
Obs.:	- Amarelecimento do aglomerado mais claro; - Empolamento das superfícies dos provetes.
30º Ciclo	 
Obs.:	- Aumento progressivo do amarelecimento do aglomerado.

No decorrer deste ensaio, as observações a ter em conta foram: o amarelecimento do aglomerado, aparecimento de pontos claros e o empolamento das superfícies dos provetes. Estas observações foram registadas no final do 12º ciclo. O empolamento das superfícies destacou-se de forma progressiva ao longo dos ciclos. Esta amostra detém um comportamento positivo relativamente às alterações visuais, quando comparada com as restantes amostras.

Na tabela seguinte são exibidas as fotografias dos provetes da amostra FX.

Tabela 24 - Registo fotográfico da amostra FX.

Amostra FX	
Início	 
Obs.:	- Grânulos de cor mais clara dispersos nas superfícies.
12º Ciclo	 
Obs.:	- Ligeiro empolamento das superfícies.


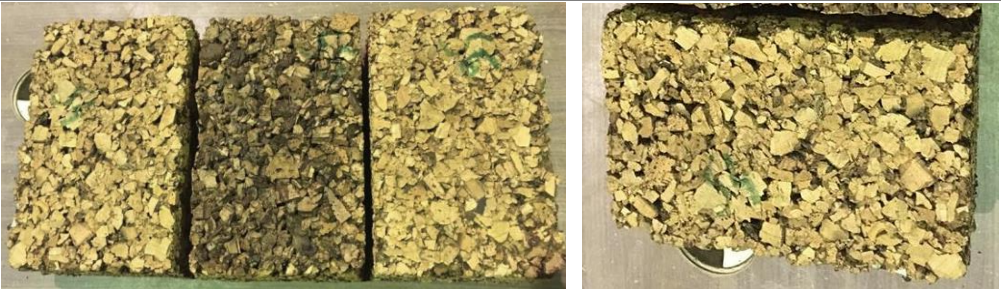

Amostra FX	
18º Ciclo	 
Obs.:	- Aumento progressivo do empolamento superficial dos provetes; - Manchas de amarelecimento do aglomerado.
30º Ciclo	 
Obs.:	- Destaque para o empolamento ligeiro das superfícies e do amarelecimento do aglomerado mais claro.

Relativamente a esta amostra, as alterações visuais observadas foram novamente o empolamento da superfície e o aparecimento de manchas amareladas. As alterações mencionadas não apresentaram desenvolvimento do 18º ciclo até ao final do ensaio. Esta amostra também merece destaque positivo no que diz respeito às alterações visuais observadas.

Na Tabela 25 apresenta-se o registo fotográfico da amostra S.

Tabela 25 - Registo fotográfico da amostra S.

Amostra S	
Início	 
Obs.:	- Grânulos de cortiça mais claros dispersos pelas superfícies dos provetes; - Pouca resistência ao toque e perda de material nas arestas dos provetes.

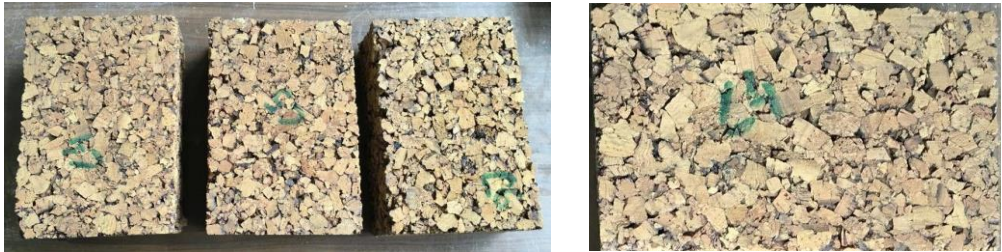
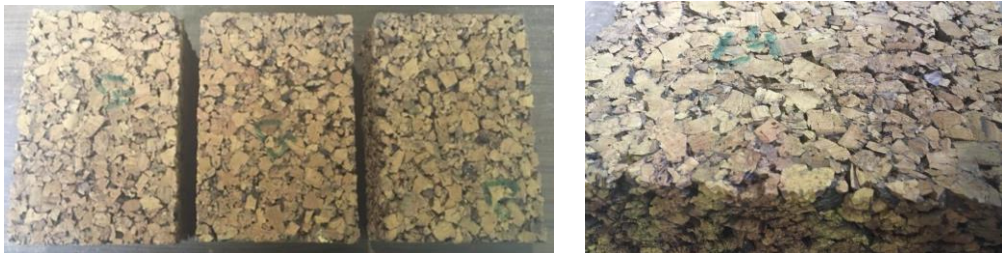
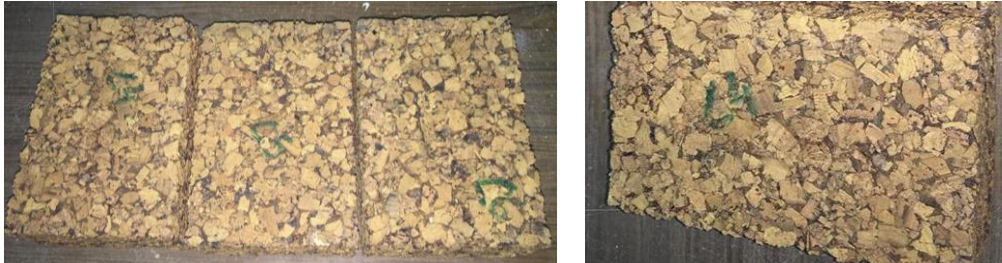

Amostra S			
12º Ciclo			
Obs.:	<ul style="list-style-type: none"> - Aparecimento de manchas claras e de cor branca; - Empolamento das superfícies. 		
18º Ciclo			
Obs.:	- Aumento das manchas e empolamento das superfícies.		
30º Ciclo			
Obs.:	- Aumento das manchas brancas e do empolamento das superfícies dos provetes;		

A amostra S apresentou manchas brancas devido à deposição de produto no final do 12º ciclo, sendo cada vez mais evidentes no decorrer do ensaio. Outras alterações visuais evidenciadas foram as manchas claras no aglomerado e empolamento das superfícies. Um outro aspeto a destacar foi uma perda de material superior quando comparada com as outras amostras com produtos impermeabilizantes aplicados.

Esta amostra exibe um destaque negativo relativamente à perda de material e às manchas de deposição de produto.

Por fim, na Tabela 26 apresentam-se as fotografias dos provetes da amostra C.

Tabela 26 - Registo fotográfico da amostra C.

Amostra C	
Início	
Obs.:	- Provetes com tonalidade diferente.
12º Ciclo	
Obs.:	- Ligeiro empolamento das superfícies; - Progressiva de mudança de tonalidade (azul).
18º Ciclo	
Obs.:	- Aumento progressivo do empolamento das superfícies e da mudança de tonalidade.
30º Ciclo	
Obs.:	- Aumento progressivo do empolamento das superfícies e da mudança de tonalidade.

Os provetes da amostra C foram os únicos que apresentaram uma ligeira mudança de tonalidade (cor azul), destacando-se no aglomerado escuro. Foi também verificado empolamento das superfícies dos provetes, havendo um aumento progressivo ao longo dos ciclos. No entanto, apresentam uma boa resistência e uma diminuta perda de material.

4.3.2. Registo das massas das amostras

Nesta secção encontram-se os valores adimensionais da variação de perda de massa ao longo do ensaio de envelhecimento artificial acelerado e a respetiva análise gráfica. Os valores apresentados correspondem ao 6º, 12º, 18º, 24º e por último 30º ciclo. Os valores encontram-se de 6 em 6 ciclos, com a finalidade de se observar a variação de massa dos provetes ao fim de ciclos com iguais condições de temperatura e humidade relativa (ciclo de verão). No anexo B, secção B.2 são apresentados os valores das massas e a respetiva variação de massa em cada ciclo, de cada provete das diferentes amostras.

▪ Amostra A

Na Tabela 27 e na Figura 51 apresentam-se os valores de variação de perda de massa dos 3 provetes da amostra A, em percentagem.

Tabela 27 - Variação de massa da amostra A.

Amostra A		Provete A4	Provete A5	Provete A6	Valores médios de A
Nº Ciclo	Ciclos	Δm (%)	Δm (%)	Δm (%)	Δm média (%)
6º	Verão	0,37%	-0,06%	0,26%	0,16%
12º	Verão	-0,22%	-0,52%	-0,30%	-0,37%
18º	Verão	-0,35%	-0,02%	-0,51%	-0,26%
24º	Verão	-0,50%	-0,80%	-0,72%	-0,69%
30º	Verão	-0,49%	-0,26%	-0,74%	-0,47%

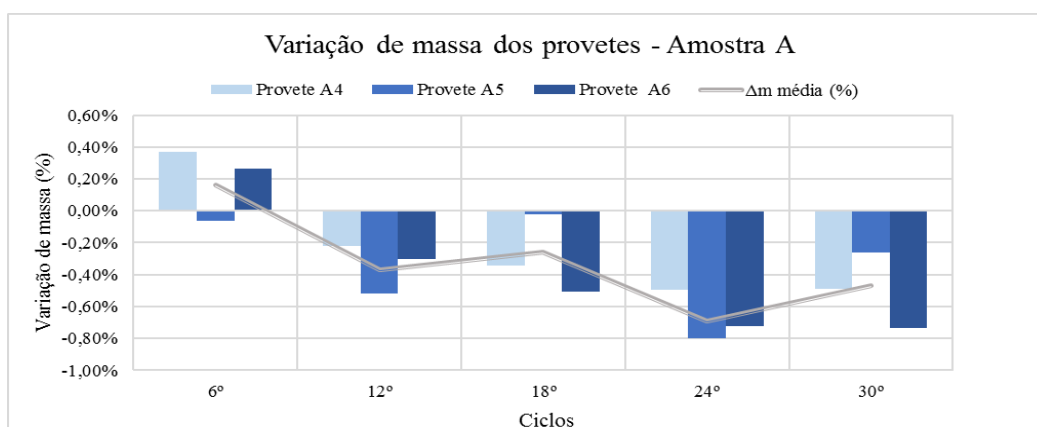


Figura 51 - Representação gráfica da variação de massa da amostra A.

Segundo uma análise dos valores médios apresentados, observa-se um ganho de massa ao final do 6º ciclo (0,16%), havendo posteriormente uma perda de massa não constante até ao

final do ensaio. O maior valor médio de perda de massa é registado ao fim do 24º ciclo com o valor de -0,69%.

▪ **Amostra F**

Os valores obtidos ao longo do ensaio de envelhecimento artificial acelerado da amostra F apresentam-se na Tabela 28 e na Figura 52.

Tabela 28 - Variação de massa da amostra F.

Amostra F		Provete F4	Provete F5	Provete F6	Valores médios de F
Nº Ciclo	Ciclos	Δm (%)	Δm (%)	Δm (%)	Δm média (%)
6º	Verão	0,13%	0,02%	0,07%	0,07%
12º	Verão	-0,36%	-0,50%	-0,44%	-0,43%
18º	Verão	-0,27%	-0,49%	-0,32%	-0,36%
24º	Verão	-0,67%	-0,74%	-0,67%	-0,69%
30º	Verão	-0,54%	-0,81%	-0,73%	-0,69%

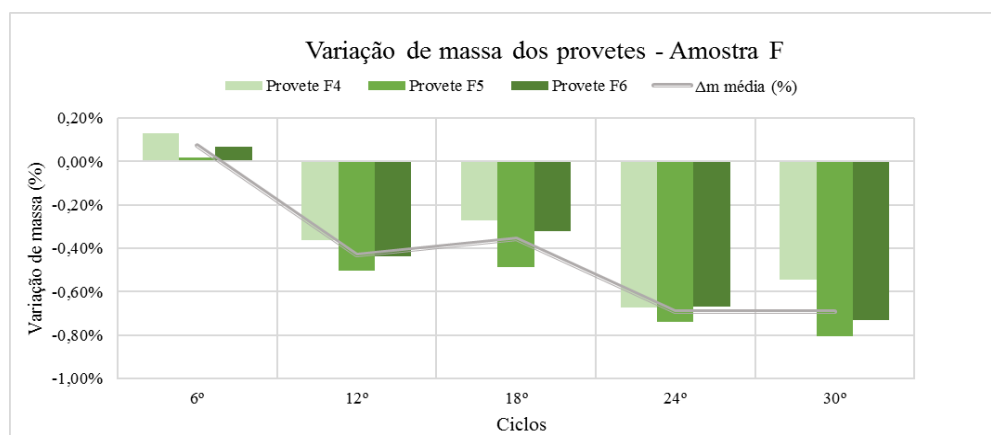


Figura 52 - Representação gráfica da variação de massa da amostra F.

A amostra F, apresenta um comportamento semelhante à amostra-padrão (A). Em que ao final do 6º ciclo há um aumento de massa (0,07 %), valor inferior ao da amostra-padrão. E, posteriormente, uma perda variável ao longo dos ciclos, sendo que o valor máximo é de -0,69%.

▪ **Amostra L**

Na Tabela 29 e na Figura 53 são apresentados os valores referentes à amostra L.

Tabela 29 - Variação de massa da amostra L.

Amostra L		Provete L4	Provete L5	Provete L6	Valores médios de L
Nº Ciclo	Ciclos	Δm (%)	Δm (%)	Δm (%)	Δm média (%)
6º	Verão	0,05%	0,10%	0,01%	0,05%
12º	Verão	-0,51%	-0,41%	-0,51%	-0,48%
18º	Verão	-0,31%	-0,49%	-0,39%	-0,39%
24º	Verão	-0,60%	-0,61%	-0,66%	-0,63%
30º	Verão	-0,47%	-0,60%	-0,64%	-0,57%

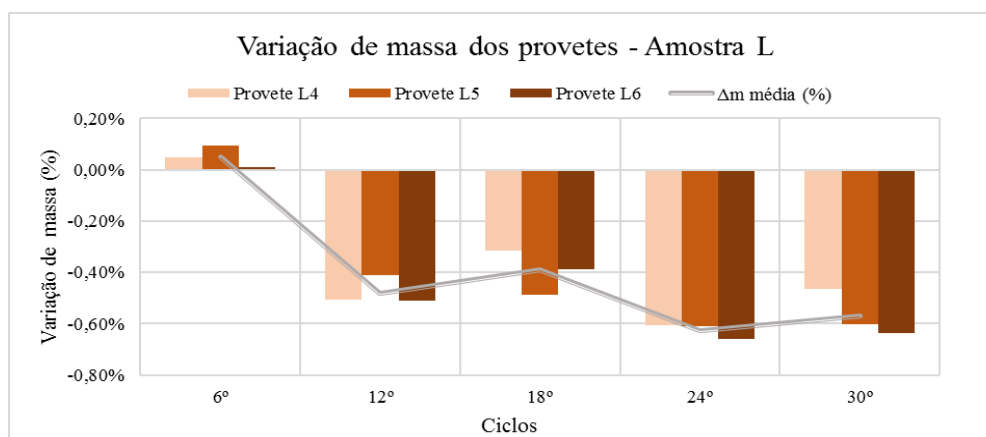


Figura 53 - Representação gráfica da variação de massa da amostra L.

Novamente, esta amostra apresenta um comportamento idêntico à amostra-padrão. Existindo um aumento de massa no início do ensaio e posteriormente uma perda. O valor médio máximo no que respeita à perda de massa é de -0,63%, maior do que o valor mínimo da amostra-padrão (-0,69%).

▪ Amostra T

Posteriormente, mostram-se os valores da amostra T (Tabela 30 e Figura 54).

Tabela 30 -Variação de massa da amostra T.

Amostra T		Provete T4	Provete T5	Provete T6	Valor médio de T
Nº Ciclo	Ciclos	Δm (%)	Δm (%)	Δm (%)	Δm média (%)
6º	Verão	0,09%	0,39%	0,03%	0,16%
12º	Verão	-0,47%	-0,48%	-0,57%	-0,51%
18º	Verão	-0,35%	-0,34%	-0,51%	-0,40%
24º	Verão	-0,66%	-0,63%	-0,75%	-0,68%
30º	Verão	-0,51%	-0,59%	-0,83%	-0,64%

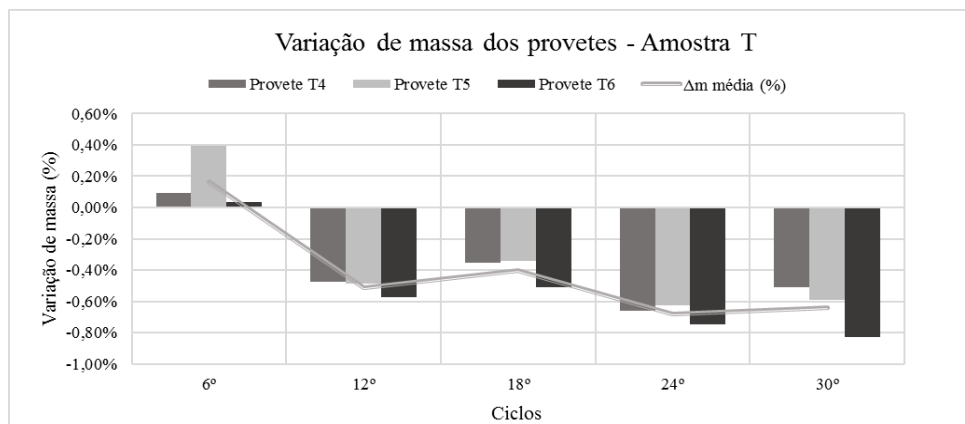


Figura 54 - Representação gráfica da variação de massa da amostra T.

A amostra T apresenta valores muito próximos da amostra A. No início, o ganho de massa é do mesmo valor (0,16%) sendo que de seguida o valor de perda máximo é de -0,68%.

▪ Amostra AP

Na Tabela 31 e na Figura 55 mostram-se os valores da amostra AP. Como já referido anteriormente, foi considerado uma segunda amostra-padrão. As amostras seguintes serão comparadas relativamente aos valores obtidos por esta amostra (AP).

Tabela 31 - Variação de massa da amostra AP.

Amostra AP		Provete AP4	Provete AP5	Provete AP6	Valor médio de AP
Nº Ciclo	Ciclos	Δm (%)	Δm (%)	Δm (%)	Δm média (%)
6	Verão	0,51%	0,53%	0,34%	0,46%
12°	Verão	-0,39%	-0,42%	-0,61%	-0,47%
18°	Verão	-0,01%	0,21%	0,04%	0,08%
24°	Verão	-0,45%	-0,49%	-0,68%	-0,54%
30°	Verão	-0,08%	-0,04%	-0,39%	-0,17%

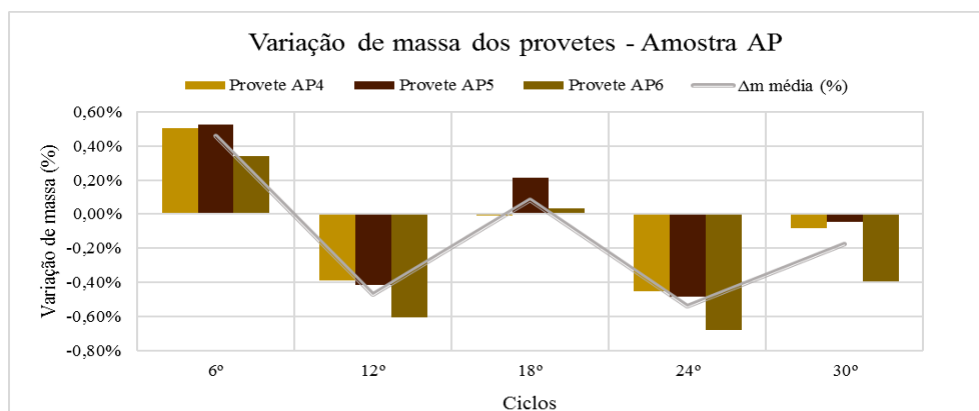


Figura 55 - Representação gráfica da variação de massa da amostra AP.

A amostra AP apresenta um valor superior de ganho de massa (0,46%) quando comparado com a amostra-padrão e um valor menor de perda de massa (-0,54%). E, com um comportamento idêntico à amostra-padrão A.

▪ **Amostra F/**

Na Tabela 32 e na Figura 63 mostram-se os valores registados relativos à amostra F/.

Tabela 32 -Variação de massa da amostra F/.

Amostra F/		Provete F/4	Provete F/5	Provete F/6	Valor médio de F/
Ciclos	Ciclos	Δm (%)	Δm (%)	Δm (%)	Δm média (%)
6°	Verão	0,27%	0,09%	0,19%	0,19%
12°	Verão	-0,29%	-0,45%	-0,34%	-0,36%
18°	Verão	-0,14%	-0,25%	-0,20%	-0,19%
24°	Verão	-0,47%	-0,62%	-0,49%	-0,53%
30°	Verão	-0,31%	-0,39%	-0,35%	-0,35%

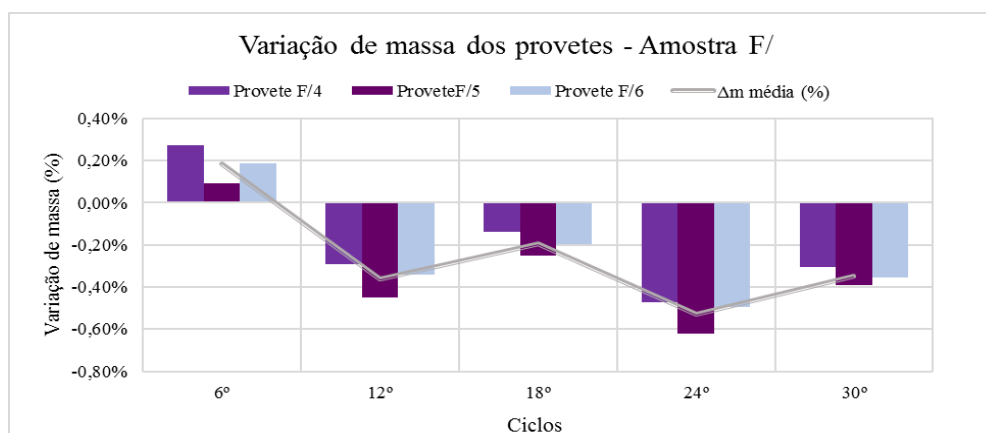


Figura 56 - Representação gráfica da variação de massa da amostra F/.

A amostra F/ apresenta valores inferiores tanto de ganho como de perda de massa relativamente à amostra AP, sendo respetivamente 0,19% e -0,53%. Esta amostra também apresenta um comportamento semelhante as restantes amostras ao longo do ensaio.

▪ **Amostra FX**

A Tabela 33 e Figura 57 mostram os valores relativos à amostra FX.

Tabela 33 - Variação de massa da amostra FX.

Amostra FX		Provete FX4	Provete FX5	Provete FX6	Valor médio de FX
Nº Ciclo	Ciclos	Δm (%)	Δm (%)	Δm (%)	Δm média (%)
6º	Verão	-0,50%	-0,39%	-0,57%	-0,48%
12º	Verão	-0,89%	-0,86%	-1,05%	-0,93%
18º	Verão	-0,42%	-0,47%	-0,64%	-0,51%
24º	Verão	-0,99%	-0,98%	-1,15%	-1,04%
30º	Verão	-0,67%	-0,64%	-0,79%	-0,70%

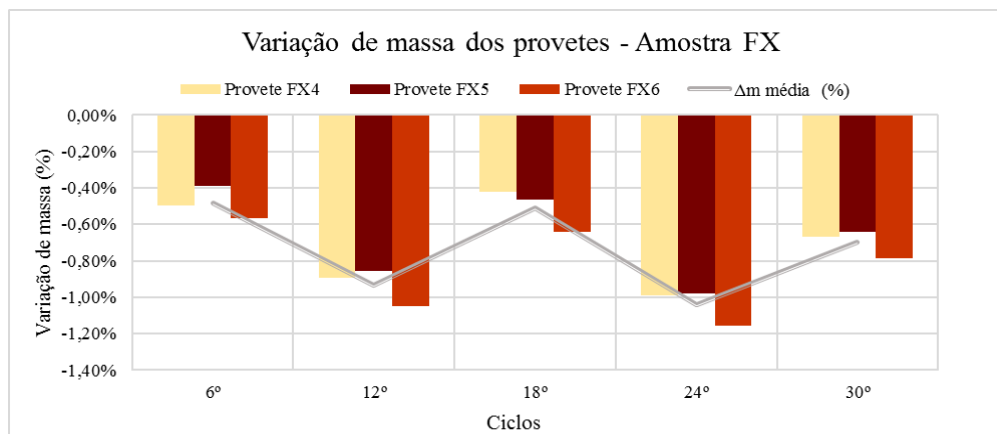


Figura 57 - Representação gráfica da variação de massa da amostra FX.

A amostra FX é a única amostra em que se observa uma perda de massa em todos os ciclos destacados na Figura 57. Sendo que o valor máximo é de -1,04%. Sendo um valor de percentagem superior ao da amostra-padrão (AP).

▪ Amostra S

Na Tabela 34 e na Figura 58 demonstram-se os valores da amostra S.

Tabela 34 - Variação de massa da amostra S.

Amostra S		Provete S4	Provete S5	Provete S6	Valor médio de S
Nº Ciclo	Ciclos	Δm (%)	Δm (%)	Δm (%)	Δm média (%)
6º	Verão	0,32%	0,43%	0,36%	0,37%
12º	Verão	-0,29%	-0,22%	-0,25%	-0,25%
18º	Verão	-0,25%	-0,18%	-0,22%	-0,22%
24º	Verão	-0,50%	-0,40%	-0,46%	-0,45%
30º	Verão	-0,30%	-0,26%	-0,44%	-0,34%

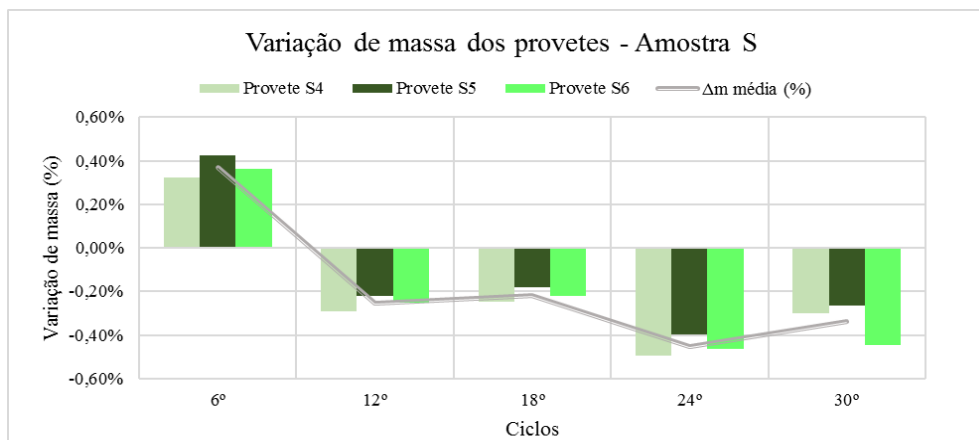


Figura 58 - Representação gráfica da variação de massa da amostra S.

A amostra S apresenta um valor maior de ganho de massa ao final do 6º ciclo (0,37%) e um valor menor de perda ao final do 24º ciclo (-0,45%), quando comparado com amostra AP. Mais uma vez esta amostra apresenta uma variação semelhante à amostra-padrão.

▪ Amostra C

A amostra C apresenta os seguintes resultados, Tabela 35 e Figura 59:

Tabela 35 - Variação de massa da amostra C.

Amostra C		Provete C4	Provete C5	Provete C6	Valor médio de C
Nº Ciclo	Ciclos	Δm (%)	Δm (%)	Δm (%)	Δm média (%)
6°	Verão	0,62%	0,58%	0,61%	0,60%
12°	Verão	-0,21%	-0,28%	-0,33%	-0,28%
18°	Verão	-0,10%	0,10%	-0,13%	-0,04%
24°	Verão	-0,31%	-0,40%	-0,44%	-0,38%
30°	Verão	-0,25%	-0,27%	-0,38%	-0,30%

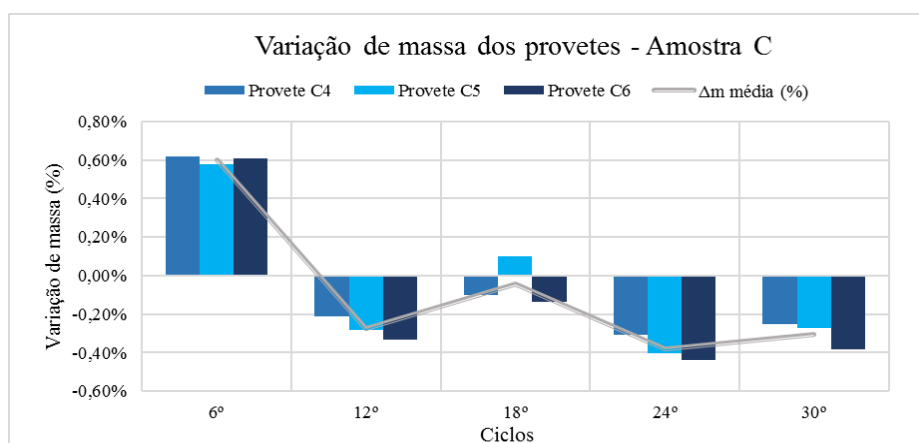


Figura 59 - Representação gráfica da variação de massa da amostra C.

A amostra C mostra um ganho de massa variável inicialmente, sendo que o valor apresentado ao fim do 6º ciclo (0,60%) e o valor de maior perda é registado no final do 24º ciclo (-0,38%). Ao longo deste ensaio, observa-se que existe um ganho/perda de massa idêntico nos ciclos destacados. Esta variação de massa é devida a erros associados ao trabalho experimental, como erros de precisão do equipamento de medição e à variação de tempo de secagem ao fim de cada ciclo, influenciado assim na percentagem de humidade de cada provete. Em resumo, na Figura 60 e na Figura 61 observa-se a representação gráfica da variação média de perda de massa das amostras ao longo do ensaio.

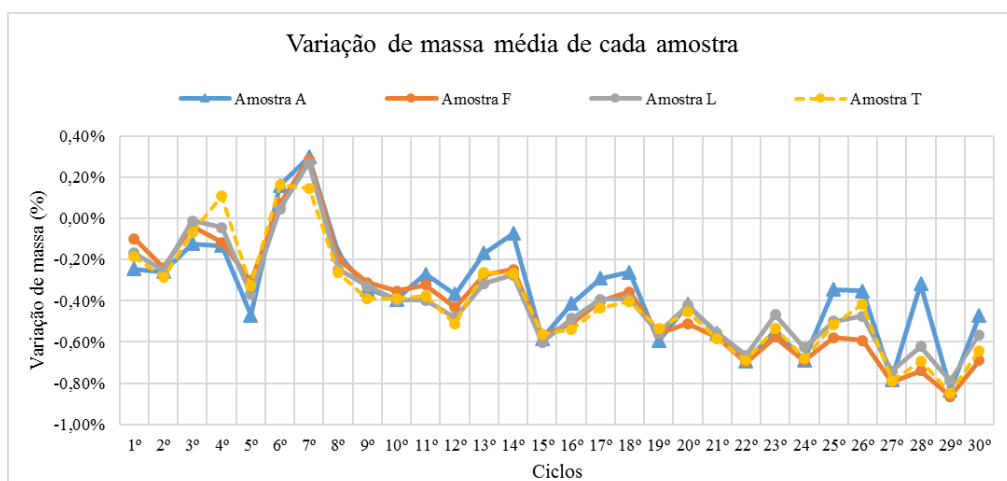


Figura 60 - Representação gráfica da variação média da perda de massa das amostras A, F, L e T.

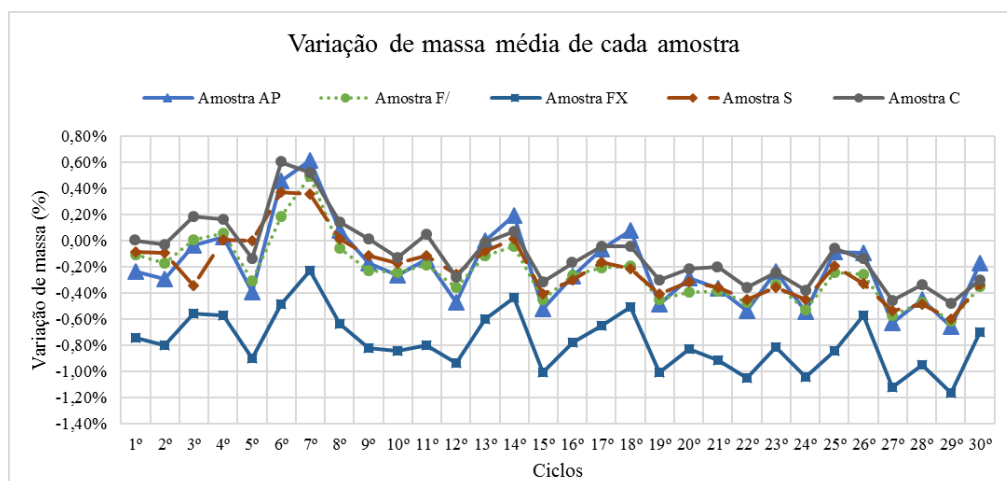


Figura 61 - Representação gráfica da variação média da perda de massa das amostras AP, F/, FX, S e C.

É de notar que as amostras apresentam um comportamento idêntico às amostras-padrão. A amostra FX exibe uma maior variação de perda de massa, no entanto tem um comportamento

análogo às restantes amostras. Esta variação de massa acentuada associada à amostra FX está relacionada com o facto de ser a amostra que possui maior massa.

Na Figura 62 apresentam-se os valores médios de perda de massa acumulada de cada amostra.

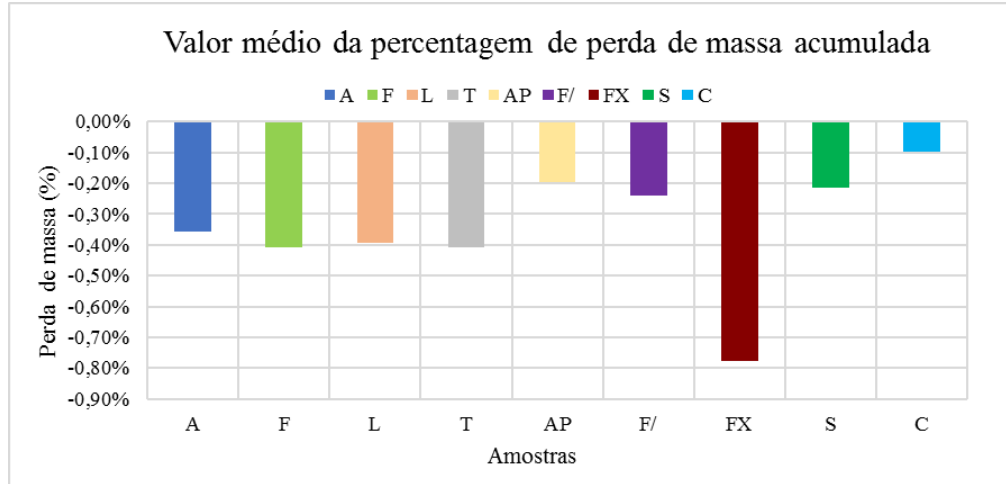


Figura 62 - Valor médio da percentagem de perda de massa acumulada.

Na observação do gráfico acima é possível verificar que a variação de perda de massa máxima não atinge o valor de 1%. No entanto, como referido a amostra FX e a amostra C são as que apresentam uma maior e menor perda de massa, respetivamente.

4.4. Ensaio de determinação da planeza

O ensaio de determinação da planeza foi efetuado a quatro provetes de cada amostra.

Os valores obtidos relativos à amostra AP encontram-se apresentados na Tabela 37, bem como o valor de $S_{máx}$ e valor médio de $S_{máx}$, respetivamente.

Tabela 36 - Valores do ensaio de determinação da planeza (fase A).

Amostra	Proвете	Y_{min} (mm)	$Y_{máx}$ (mm)	$S_{máx}$ (mm)	Valor médio de $S_{máx}$
AP	AP1	-0,36	0,00	0,36	0,50
	AP2	-0,49	0,22	0,71	
	AP3	-0,12	0,31	0,43	

Os valores obtidos neste ensaio relativos à fase B, apresentam-se na Tabela 37.

Tabela 37 - Valores do ensaio de determinação da planeza (fase B).

Amostra	Provete	Y_{\min} (mm)	Y_{\max} (mm)	S_{\max} (mm)	Valor médio de S_{\max}
A	A4	-0,37	0,00	0,37	0,43
	A5	-0,54	0,00	0,54	
	A6	-0,39	0,00	0,39	
F	F4	-0,12	0,27	0,39	0,55
	F5	-0,46	0,24	0,70	
	F6	-0,57	0,00	0,57	
L	L4	-0,28	0,12	0,40	0,29
	L5	-0,25	0,10	0,35	
	L6	-0,01	0,12	0,13	
T	T4	-0,30	0,20	0,50	0,48
	T5	-0,24	0,29	0,53	
	T6	-0,41	0,00	0,41	
AP	AP4	-0,44	0,00	0,44	0,47
	AP5	-0,19	0,19	0,38	
	AP6	-0,59	0,00	0,59	
FX	FX4	-0,11	0,00	0,11	0,18
	FX5	0,00	0,23	0,23	
	FX6	-0,21	0,00	0,21	
F/	F/4	-0,19	0,00	0,19	0,45
	F/5	-0,28	0,38	0,66	
	F/6	-0,50	0,00	0,50	
S	S4	-0,60	0,00	0,60	0,49
	S5	-0,26	0,00	0,26	
	S6	-0,60	0,00	0,60	
C	C4	-0,53	0,61	1,14	0,72
	C5	-0,05	0,15	0,20	
	C6	-0,82	0,00	0,82	

Em análise aos resultados obtidos é possível verificar que as amostras C e F são as que apresentam valores mais altos 0,72 e 0,55 mm, respetivamente. As amostras FX e L detêm dos menores valores 0,18 e 0,29 mm, respetivamente.

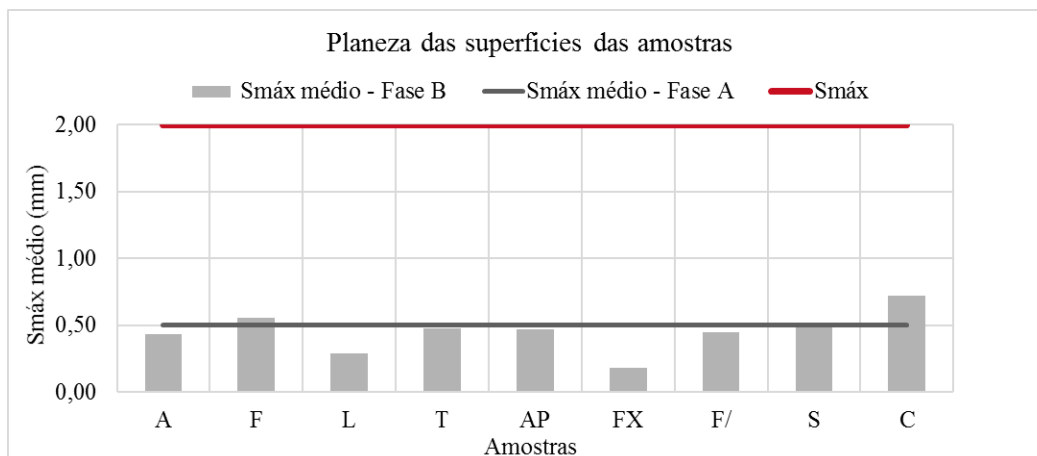


Figura 63 - Valores de $S_{máx}$ médios das amostras(fase A e B) e limite máximo.

Na Figura 63 são representados os valores de $S_{máx}$ médios da fase B, o valor de $S_{máx}$ médio da fase A e o limite máximo admitido de 2 mm segundo a norma EN 825:1995.

As amostras F e C são as únicas que apresentam um valor superior ao valor da amostra-padrão (AP) relativo à fase A. As restantes amostras exibem valores de planeza inferiores ao valor da amostra AP.

No entanto, é possível verificar que todas as amostras se encontram abaixo dos 2 mm, sendo que amostra C é a que apresenta um valor mais alto (0,72 mm).

4.5. Ensaio de análise de microscopia óptica

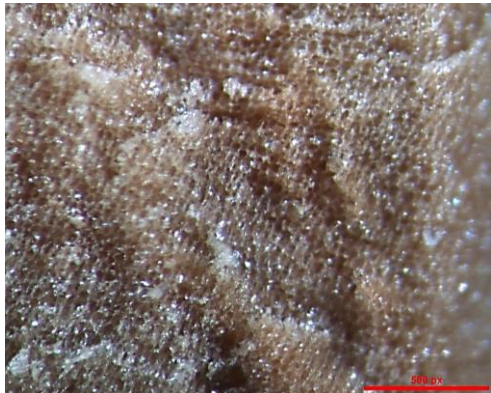
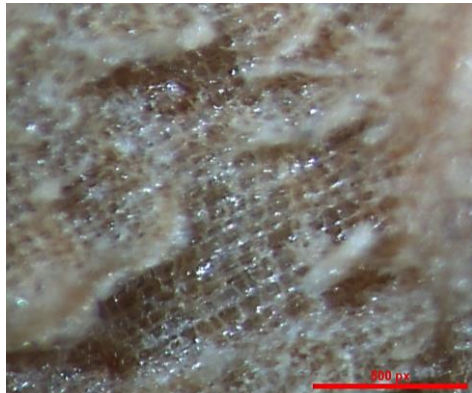
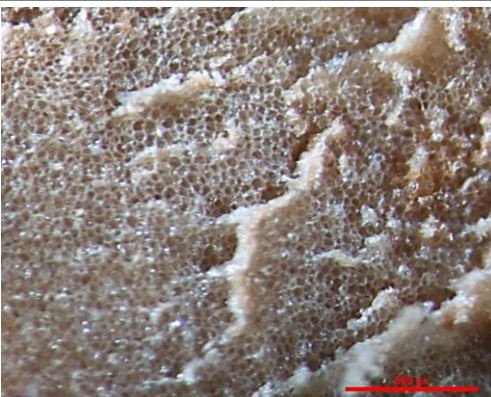
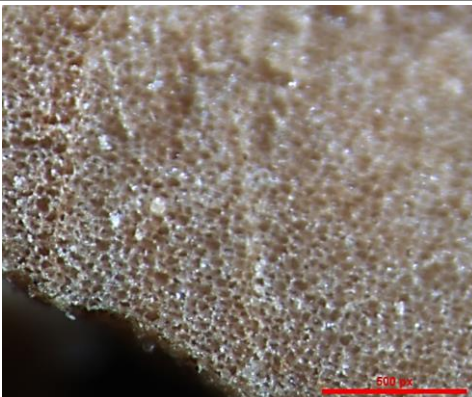
No decurso deste ensaio, com a utilização do microscópio estereoscópico *NIKON SMZ800* equipado com um sistema de luz óptica e câmara de alta resolução e com recurso ao *software NIS Element*, foi possível observar as células de aglomerado de cortiça.

Ao longo deste subcapítulo serão apresentadas fotografias das amostras e realizadas comparações visuais. As comparações serão realizadas no plano de corte da lâmina de aglomerado de cortiça para as seguintes amostras: à amostra-padrão (A) e à amostra F/antes e após serem submetidas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado. E, à amostra F/ com adição de corante e sem envelhecimento. As irregularidades presentes no aglomerado de cortiça, dificultou a focagem fotográfica ao longo do ensaio.

Na Tabela 38 encontram-se as fotografias referentes à amostra A, amostra-padrão, antes e após o ensaio de envelhecimento artificial acelerado.

É de notar que apenas foi observada apenas uma lâmina de cada amostra, referidas anteriormente.

Tabela 38 - Registo fotográfico da amostra A e da amostra F/.

	Amostra A	Amostra F/
Sem envelhecimento		
Com envelhecimento		

Com recurso à observação ao microscópio estereoscópico, as amostras apresentam uma secção hexagonal, variando o contorno poligonal. Observou-se que as amostras sem envelhecimento apresentam um forma lenticular ao longo do corte, com uma orientação preferencial e regular. Enquanto, que as amostras com envelhecimento artificial acelerado, apresentam secções com irregularidades, em que se destacam células com forma oval.

Esta variação é justificada pelo facto da cortiça se apresentar como material elástico e compressível, que consequentemente se adapta as variações de temperatura à que foi sujeita durante o ensaio de envelhecimento artificial acelerado.

As observações referidas anteriormente, verificam-se em ambas as amostras A e F/.

A Tabela 39 apresenta esquemas ilustrativos da estrutura do aglomerado de cortiça, antes e após o ensaio de envelhecimento artificial acelerado, quando observado ao microscópio óptico.

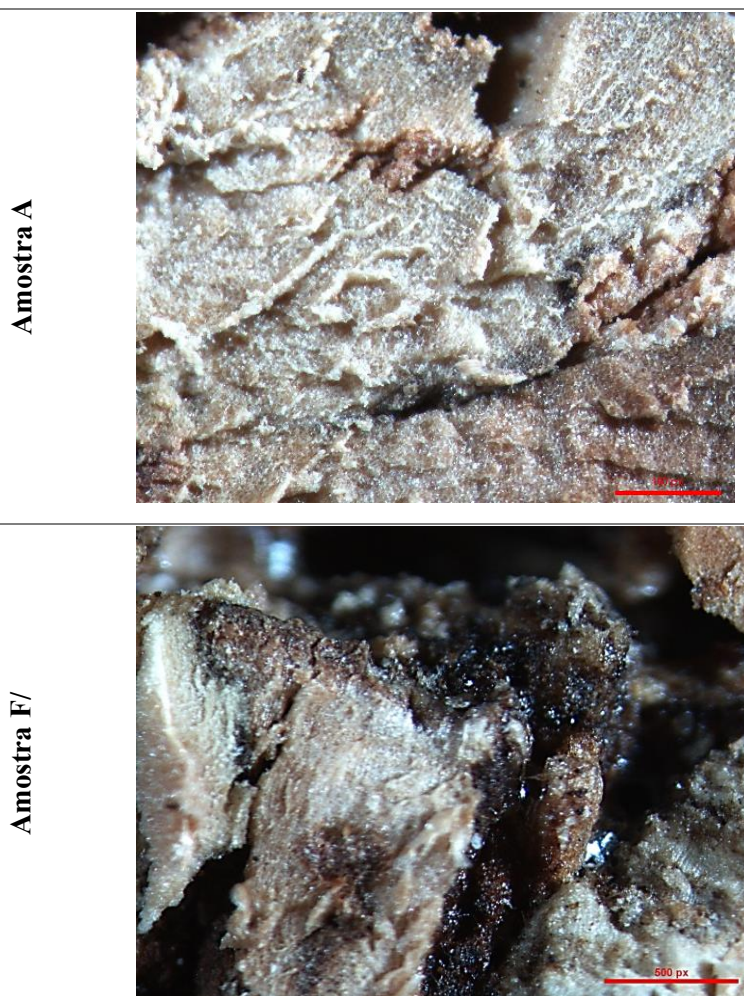
Tabela 39 - Esquemas ilustrativos da estrutura do aglomerado de cortiça.

Antes e após o ensaio de envelhecimento artificial acelerado



Seguidamente, na Tabela 40 observam-se as fotografias da amostra A, F/ e F/ com adição de corante. Durante o ensaio, a observação focou-se nos contornos dos grânulos de cortiça, de forma a ser visível a diferença das amostras sem e com o produto impermeabilizante aplicado.

Tabela 40 - Comparação da amostra A, F/ e F/ com adição de corante.





Na fotografia da amostra A, amostra-padrão, é observado sedimentos de cor branca devido ao corte da placa de aglomerado de cortiça.

Na análise das amostras F/, observa-se que o produto impermeabilizante não atinge o aglomerado de cortiça de forma homogênea. A existência de produto destaca-se nas fissuras e espaços vazios entre os grânulos de cortiça (Figura 64).

O produto impermeabilizante é visível, destacando-se de forma brilhante, tanto no contorno dos grânulos como nas superfícies planas. Na amostra com adição de corante ao produto impermeabilizante, é perceptível a acumulação de produto na envolvente dos grânulos, de cor vermelha.



Figura 64 - Corte da amostra com produto impermeabilizante e adição de corante.

4.6. Ensaio de condutividade térmica

O ensaio de condutividade térmica foi realizado a quatro provetes das amostras A, F, F/ e S. A seleção destas amostras encontra-se relacionada com o desempenho das mesmas no ensaio de absorção de água por imersão parcial e no ensaio de envelhecimento artificial acelerado.

Sendo que as amostras F e F/ se destacaram positivamente enquanto que a S teve um desempenho inferior.

O ensaio de condutividade térmica foi realizado em duas fases. Inicialmente, as amostras submetidas a este ensaio não estiveram sujeitas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado (fase A). E, numa fase posterior, realizou-se o ensaio a amostras submetidas anteriormente a ciclos de envelhecimento artificial acelerado (fase B).

Na Tabela 41 encontram-se os valores de condutividade térmica relativos à fase A.

Tabela 41 - Valores de condutividade térmica (fase A).

Amostra	Características do provete				Resultados do ensaio		
	Espessura média	M _{inicial} média	M _{final} média	Δm média	Cond. térmica média	Cond.e térmica média	Cond.térmica SD
	(mm)	(g)	(g)	(g)	(mW/m°C)	(W/m°C)	(mW/m°C)
A	59,60	17,52	17,10	-0,41	52,01	0,052	0,76
F	59,90	17,69	17,16	-0,53	54,58	0,055	0,91
F/	60,43	14,48	14,29	-0,18	47,78	0,048	0,40
S	60,03	17,71	17,50	-0,21	46,58	0,047	1,58

Tendo por comparação o valor obtido neste ensaio relativo à amostra A (amostra-padrão), amostra S é a que apresenta um menor valor de condutividade térmica e a amostra F tem um valor maior.

Na Tabela 42, encontram-se os valores obtidos de condutividade térmica relativos à fase B.

Tabela 42 - Valores de condutividade térmica (fase B).

Amostra	Características do provete				Resultados do ensaio		
	Espessura média	M _{inicial} média	M _{final} média	Δm média	Cond. térmica média	Cond. térmica média	Cond. térmica SD
	(mm)	(g)	(g)	(g)	(mW/m°C)	(W/m°C)	(mW/m°C)
A	62,20	12,59	12,47	-0,12	46,13	0,046	1,76
F	62,17	16,69	16,42	-0,27	49,06	0,049	2,80
F/	61,49	19,53	19,33	-0,20	49,51	0,050	1,34
S	61,48	16,60	16,38	-0,22	48,39	0,048	1,97

Após as amostras terem sido submetidas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado, a amostra S é a que apresenta um menor valor e a amostra F/ detêm o maior valor de condutividade térmica quando comparado com o valor da amostra A.

Assim, a amostra S destaca-se por melhor comportamento ao ensaio de condutividade térmica, em ambas as fases.

Em observação aos valores das massas iniciais e finais de cada amostra é possível verificar que em ambas as fases, existe uma perda de massa. Sendo que na fase A, esta perda é mais acentuada e varia entre 0,18g e 0,53g, correspondentes à amostra F/ e à amostra F respetivamente. Na fase B, os valores de perda de massa variam entre os 0,12g e os 0,27g que correspondem à amostra A e à amostra F. Esta perda de massa deve-se à secagem das amostras durante o ensaio.

Na Figura 65 exhibe-se graficamente os valores de condutividade térmica relativos à fase A e à fase B.

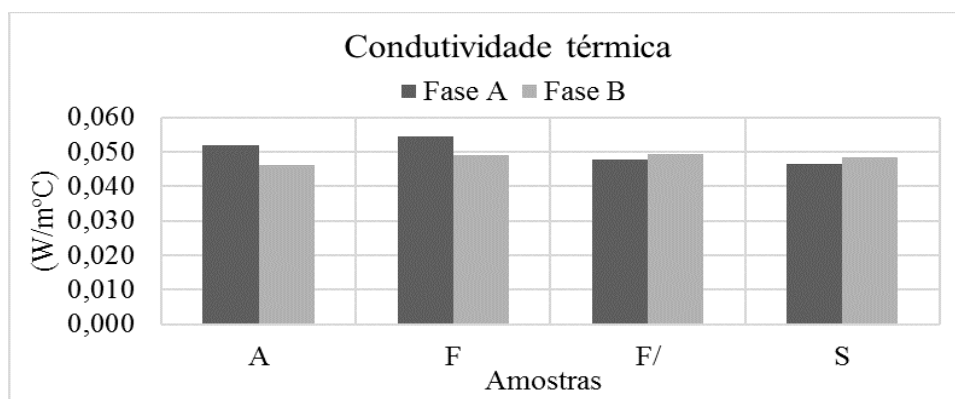


Figura 65 - Gráfico de condutividade térmica da fase A e da fase B.

Em análise aos resultados obtidos, observa-se que a amostra A, F e F/ apresentam um valor inferior na fase B, após as amostras terem sido submetidas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado. No entanto, a amostra S apresenta um comportamento contrário, sendo que o menor valor é obtido na fase A, sem a amostra ter sido submetida ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado.

Na Figura 66 encontra-se a comparação de resultados dos valores de condutividade térmica relativamente aos valores obtidos na fase A e aos valores das soluções cortiPAN, tipo REV e MD Fachada e, ainda do valor limite.

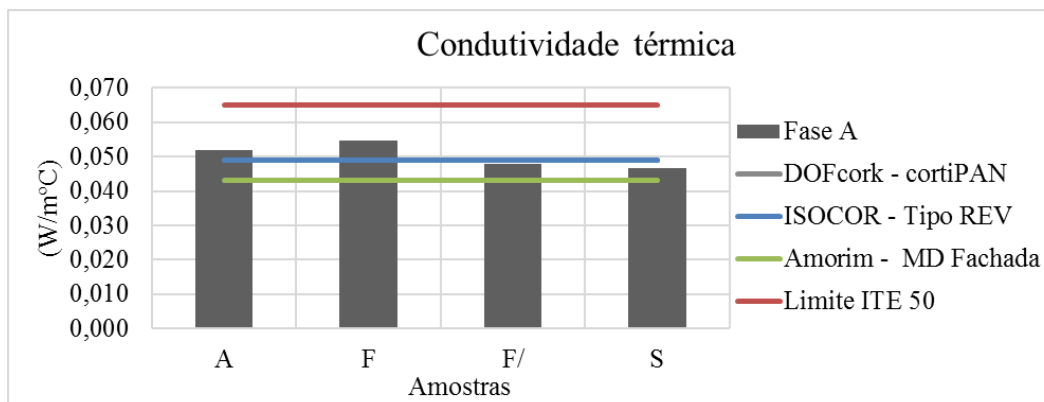


Figura 66 - Comparação de valores de condutividade térmica com outras soluções de aglomerado de cortiça.

A amostra-padrão (A) exibe um valor superior quando comparado com o valor tabelado da solução cortiPAN, da empresa DOFcork, respetivamente de 0,049 W/m°C. O valor da amostra A pode variar uma vez que a porosidade, teor de humidade e o peso específico são variáveis existentes vindas do processo de fabrico das placas cortiPAN. E, ainda, por se tratar de um material não homogéneo.

É de notar que a solução cortiPAN e tipo REV detém do mesmo valor de condutividade térmica (0,049 W/m°C). Assim, as amostras F/ e S apresentam valores inferiores ao valor da destas soluções, sendo que as restantes amostras exibem valores superiores quando comparados com o valor de 0,049 W/m°C.

Em última análise, segundo o ITE 50 editado pelo LNEC, são considerados “isolantes térmicos os materiais e produtos que apresentam uma condutividade térmica inferior a 0,065 (W/m°C). Assim, todas as amostras testadas são isolantes térmicos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo do aglomerado de cortiça natural surge da necessidade de resposta à exigência de melhoria de sistemas de eficiência energética da construção.

No presente trabalho foi proposto pela DOFcork, S.A, testar o produto cortiPAN, placas de aglomerado de cortiça natural, de forma a que o mesmo apresente um comportamento eficaz quando aplicado como revestimento exterior de fachadas. Uma vez que, até ao momento, este produto somente é aplicado entre panos de paredes ou no exterior através de sistema ETICS.

Os objetivos propostos para o desenvolvimento deste trabalho foram cumpridos:

- Levantamento de produtos impermeabilizantes disponíveis no mercado, compatíveis a aplicar na cortiça, respetivamente, em placas de aglomerado de cortiça natural;
- Elaboração de um plano de ensaios laboratoriais, para teste das placas cortiPAN;
- Sistematização dos resultados e consequente análise. Identificando, o produto impermeabilizante mais eficaz, em melhorar o comportamento do cortiPAN como solução final de revestimento de fachadas exteriores dos edifícios.

5.1. Conclusões

No desenvolvimento do presente trabalho realizado, procurou-se cumprir os objetivos propostos. Assim, com recurso ao plano de ensaios laboratoriais definido foi possível estudar o comportamento das placas de aglomerado de cortiça natural, cortiPAN com a adição de produtos impermeabilizantes, tais como HERFINA 35059, HERLENE 35014, TEGOSIVIN HE 328, SITREN e CORKGARD WB – FACHADAS. É de notar que o HERFINA 35059 foi impregnado com três concentrações diferentes.

Os ensaios laboratoriais físico-químicos foram realizados na Universidade de Aveiro, respetivamente no Departamento de Engenharia Civil, de Engenharia de Materiais e Cerâmica e no Departamento de Geociências.

A campanha de ensaios efetuados permitiu avaliar o desempenho do produto cortiPAN com recurso aos ensaios de absorção de água por imersão parcial de curta duração, de envelhecimento artificial acelerado, de determinação da planeza, de condutividade térmica, e, por último, de análise de microscopia óptica.

A aplicação destes produtos foi realizada por dois métodos: imersão e aspersão. O produto CORKGARD WB – FACHADAS foi o único aplicado por pulverização à pistola de ar comprimido com uma pressão de 2,5 bar. E os restantes produtos correspondem ao tipo de aplicação por imersão total, de forma homogénea, com duração de 1 minuto.

Inicialmente, é notório que a adição dos produtos impermeabilizantes conduz a um aumento da resistência ao toque e a uma diminuição de perda de material das amostras.

Com a análise do comportamento das amostras à absorção de água, foi possível verificar uma melhoria das placas cortiPAN com a adição dos produtos impermeabilizantes. Uma vez que, maioritariamente, todos os produtos exibem uma redução do valor de absorção de água. O produto HERFINA 35059 é o que resulta numa maior redução, isto é, um menor valor de absorção de água, destacando-se, com um melhor desempenho.

Um outro aspeto a salientar é o facto das amostras-padrão apresentarem uma variação do valor de absorção, antes e após o ensaio de envelhecimento artificial acelerado, podendo assim concluir-se que há uma melhoria do seu desempenho face à ação da água.

No que diz respeito ao ensaio de envelhecimento, as amostras que se destacaram com um desempenho positivo, isto é, com menores alterações visuais, foram as amostras aplicadas com o produto HERFINA 35059. As amostras que apresentam maior degradação são a S e C, aplicadas respetivamente com os produtos SITREN e CORKGARD WB-FACHADAS. A determinação da planeza permitiu verificar que as amostras não apresentam desníveis das superfícies quando sujeitas à ação de ciclos envelhecimento artificial acelerado. Assim, conclui-se que todas as amostras após serem sujeitas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado se encontram com um valor de planeza inferior ao limite máximo de 2 mm segundo a norma EN 825:1995. Contudo, a amostra que detém um menor valor corresponde aplicação do produto HERFINA 35059 e com um maior valor ao CORKGARD WB-FACHADAS.

No ensaio de análise de microscopia óptica, foi possível observar que as amostras antes do ensaio de envelhecimento artificial acelerado, apresentam uma forma lenticular e com orientação preferencial ao longo do corte. No entanto, depois do ensaio de envelhecimento, as secções exibem uma organização irregular, observando-se que algumas das células apresentam uma forma oval. Esta alteração deve-se ao facto de a cortiça se apresentar como um material elástico e compressível. Também se observa que o produto impermeabilizante não atinge o aglomerado de cortiça de forma homogénea. A existência de produto destaca-

se nas fissuras e espaços vazios entre os grânulos de cortiça, logo o produto impermeabilizante não influencia a estrutura da cortiça.

Ao nível do ensaio de condutividade térmica, os produtos apresentam valores bons (com base nas outras soluções de aglomerado existentes no mercado) e abaixo do limite indicado pelo ITE 50. Assim, quanto menor o valor obtido, melhor o desempenho. Neste seguimento, o produto HERFINA 35059 (amostra F) destaca-se com o maior valor de condutividade e SITREN (amostra S) apresentam um menor valor quando comparados com a amostra-padrão. Numa fase posterior, após sujeitas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado, os valores obtidos são próximos dos valores das amostras sem envelhecimento. Assim, conclui-se que o ensaio de envelhecimento não influencia o comportamento das amostras relativamente à condutividade térmica.

Em geral, o produto HERFINA 35059 foi o que demonstrou um melhor desempenho ao longo dos ensaios laboratoriais realizados. Destacando-se, a amostra F/ que apresenta metade da concentração inicial. Assim, conclui-se que os produtos influenciam de forma distinta os diferentes parâmetros avaliados.

Em síntese e com recurso à análise dos valores obtidos ao longo do trabalho experimental, os resultados são considerados promissores, uma vez que revelam a possibilidade da solução cortiPAN possa ser aplicada como solução de revestimento exterior. Contudo, há a necessidade de uma maior investigação e de ensaios posteriores.

5.2. Sugestões para desenvolvimentos futuros

No sentido de aprofundar e melhorar os parâmetros característicos da solução cortiPAN, referem-se alguns assuntos para desenvolver futuramente:

- Avaliar o desempenho dos produtos impermeabilizantes em condições reais, para análise comparativa com os resultados obtidos em laboratório;
- Alteração dos métodos de aplicação dos produtos impermeabilizantes;
- Avaliar a possibilidade de aplicar-se o produto impermeabilizante durante o processo de produção das placas cortiPAN;
- Realizar ensaios laboratoriais com recurso a equipamentos que possibilitem a variação das condições de temperatura, de forma a estabilizar as amostras e realizar posteriormente ensaio de absorção de água em diferentes intervalos de tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Amorim Isolamentos, S.A. (2002).** Ficha técnica MDFachada.
- **Amorim Isolamentos, S.A (2014).** A arte da cortiça.
- **Amorim Isolamentos, S.A.** Localização do Montado, A Cortiça – Corticeira Amorim. Retirado de < <http://www.amorim.pt/a-cortica/localizacao-do-montado/>> (Acesso em dezembro de 2015).
- **APCOR (2011).** Manual Materiais de Construção e Decoração.
- **APCOR.** APCOR – Construção civil. Retirado de < <http://www.apcor.pt/produtos/construcao-e-decoracao/construcao-civil/>> (Acesso em novembro de 2015).
- **Arquitetura Portuguesa.** Retirado de < www.arquiteturaportuguesa.pt/cortica/> (Acesso em junho de 2016).
- **Bom, Luís Filipe Ribeiro Todo (2010).** “*Comportamento à compressão e tracção da cortiça : estudo numérico*”. Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia Mécânica. Tese de Mestrado.
- **Carvalho, Nuno Miguel S. A. C. (2008).** “*Caracterização e avaliação da durabilidade de produtos de construção contendo bagacinas*”. Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil. Tese de Mestrado.
- **Diera - Fábrica de Revestimentos, Colas e Tintas.** *Ficha técnica CORKGARD WB – Fachadas.* Porto.
- **DOFcork, Dinis de Oliveira & Filhos (2010).** “*Guião de “Dossier” técnico relativo às placas de aglomerado de cortiça natural para utilização como isolamento térmico e acústico de pisos,paredes, coberturas e tectos*”. Aveiro.
- **DOFcork, Dinis de Oliveira & Filhos (2012).** Ficha técnica – cortiPAN.
- **DOFcork, Dinis de Oliveira & Filhos (2014).** Catálogo da DOFcork – Dinis Oliveira & Filhos. Argoncilhe, Portugal. Retirado de < http://www.dofsa.pt/wp-content/themes/dofsa/catalogo/Catalogo_DOF_PT14.pdf>.
- **DOFcork, Dinis de Oliveira & Filhos.** Cortiça | DOFcork. Retirado de < <http://www.dofsa.pt/sobre-a-cortica/>> (Acesso em novembro de 2015).
- **Esteves, Daniel Tiago Grifo (2010) - Desenvolvimento , caracterização e avaliação do comportamento termo-mecânico de um novo material constituído**

principalmente por cortiça. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico. Tese de Mestrado.

- **Ferreira, Mauro Filipe Fragoso (2012).** “*Estudo de Soluções de Revestimento de Fachada com Incorporação de Cortiça*”. Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil. Tese de Mestrado.
- **CEN, Comité Europeu de Normalização.** “EN 825:1995 - Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação da planeza”.
- **CEN, Comité Europeu de Normalização.** “NP EN 1609:1998 – Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação da absorção da água por imersão parcial: ensaio de curta duração (método A)”.
- **Ficha do Sobreiro.** Retirado de < <http://naturlink.sapo.pt/Natureza-e-Ambiente/Fichas-de-Especies/content/Ficha-do-Sobreiro?bl=1>> (Acesso em novembro de 2015).
- **Gil, Luís (2007).** “*A cortiça como material de construção - Manual Técnico*”. APCOR, Lisboa.
- **GMBH, Evonik Goldschmidt (2008).** Ficha técnica TEGOSIVIN HE 328. Alemanha.
- **GMBH, Evonik Goldschmidt (2008).** Ficha técnica SITREN 595. Alemanha.
- **Gonçalves, João Filipe (2014).** “*Caracterização das propriedades dos aglomerados de cortiça para isolamento térmico e acústico*”. Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Departamento de Metalúrgica e de Materiais. Tese de Mestrado.
- **Granulado de Cortiça.** Retirado de < <http://www.reginacork.pt/portfolio-view/granulados/>> (Acesso em novembro de 2015).
- **ISO, INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.** ISO 8301:1991. “*Thermal insulation – Determination of steady-state thermal resistance and related properties – Heat flow meter apparatus*”.
- **ISOCOR, A.C.E (2015).** *Isolamento Perfeito em qualquer ambiente – Catálogo da ISOCOR*. Lisboa.
- **Lima, Filipe Pinto de Carvalho (2013).** “*Construção modular-solução para envolvente exterior e redes interiores*”. Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia Civil. Tese de Mestrado.
- **Neto, Vitor Emanuel Caldeira (2012).** “*Aplicações Modernas de Aglomerado de*

- Cortiça Expandida (ICB) na Construção*". Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil. Tese de Mestrado.
- **Poeiras, Ana Patrícia Cebola (2015).** "Desenvolvimento de protótipos para pavimento e revestimento de parede em interiores com base em cortiça". Universidade de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Tese de Mestrado.
 - **Reis, Ana Maria Portela Lopes dos (2011).** "Revestimentos de pisos em aglomerado de cortiça". Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico. Tese de Mestrado.
 - **Roseta, Maria Oliveira Zenha da Cruz (2013).** "*Estudo laboratorial e em condições reais sobre o aglomerado de cortiça expandida aplicado como revestimento exterior*". Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico. Tese de Mestrado.
 - **S.L, Hercha Quimica (2008)** - Ficha técnica HERFINA 35059. Valencia – Espanha.
 - **S.L, Hercha Quimica (2008)** - Ficha técnica HERLENE 35014. Valencia – Espanha.
 - **SENFF, L. et al. (2016).** "Assessment of the single and combined effect of superabsorbent particles and porogenic agents in nanotitania-containing mortars". Elsevier.
 - **Silva, Bárbara Inês Cardoso (2015).** "Comportamento térmico de fachadas ventiladas". Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil. Tese de Mestrado.
 - **Veiga, Maria Do Rosário et al. (2004).** "A envolvente dos edifícios - Em Construção". Porto.
 - **Silva, Maria Emília Calvão Moreira da (2010).** "*Apontamentos de tecnologia dos produtos florestais – A cortiça.*" Universidade de Trás dos Montes e Alto Douro.
 - **Silvestre, Maria Manuela Pires (2014).** "*Estudo diacrónico da mortalidade do Sobreiro (Quercus suber L.) sobre fotografia aérea entre os voos de 2004/2006 e de 2010 – Caso estudo das ZIF's (Zonas de Intervenção Florestal) de Charneca, Erra e Ribeiras - Distrito de Santarém*". Universidade de Évora, Escola de Ciências e Tecnologia, Departamento de Fitotecnia. Tese de Mestrado.
 - **Sousa, Fernando Manuel Fernandes (2010).** "Fachadas Ventiladas em Edifícios - Tipificação de soluções e interpretação do funcionamento conjunto suporte/acabamento". Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia,

Departamento de Engenharia Civil. Tese de Mestrado.

- **Torres, João Tiago Caridade (2010).** “Sistemas Construtivos modernos em Madeira”. Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil. Tese de Mestrado.

Anexos

ANEXO A. INFORMAÇÃO TÉCNICA DOS PRODUTOS IMPERMEABILIZANTES

A.1. Ficha técnica: HERFINA 35059



Pol Ind, LAVILA, C/la Safor, 3 Tel: 34- 96 227 78 00 - Fax: 34- 96 227 75 53
46819 - NOVETLÉ
(Valencia - ESPAÑA)
E-mail: hercha@hercha.com
Web: www.hercha.com
N.I.F: B-96204078

HERFINA 35059

<u>Especificaciones</u>	<u>Valor típico</u>
Contenido en sólidos.....	50 ± 1 %
Color.....	BLANCO
Carácter Iónico.....	ANIÓNICO
Estabilidad a pH.....	= > 7
Estabilidad a dureza.....	BUENA
Densidad.....	0.95 ± 0.01 gr/cc.
Viscosidad(BROOKFIELD RVT,H=1, rpm=20, 25°C) Máx. 300 cps.	
Ph.....	10 ± 1

El producto HERFINA 35059 es una emulsión de parafina. Se caracteriza por mostrar un excelente efecto barrera contra el agua, gran capacidad de recubrimiento, gran estabilidad al manejo y al almacenamiento, buena resistencia a aguas duras y baja migración.

Especialmente indicadas para el recubrimiento de todo tipo de papel de envoltorio de alimentos, papeles especiales decorativos y cajas de madera o cartón para transporte de alimentos, para la fabricación de corchos de botellas y, en general, para cualquier tipo de aplicación que pueda estar en contacto con alimentos.

Lo reseñado en este impreso es fruto de nuestra experiencia y lo ofrecemos a título de información pero sin que ello implique compromiso alguno por nuestra parte.

Los resultados en cada aplicación particular deben ser ensayados por los responsables directos de la formulación específica.

A.2. Ficha técnica: HERLENE 35014



HERLENE 35014

Emulsión de cera de polietileno

<u>Especificaciones</u>	<u>Valor típico</u>
Sistema emulsionante.....	Aniónico
Contenido en sólidos.....	35 ± 1 %
pH.....	9,5 ± 1
Brillo.....	Extraordinario

HERLENE 35014 es una micro-emulsión procesada a alta presión de cera de polietileno de muy alto punto de fusión y dureza que la convierten en la emulsión ideal cuando se requiere una película de máximo brillo, dureza, resistencia a la abrasión y a los frotos secos y húmedos.

Su campo de aplicación es amplísimo destacando:

- Recubrimientos de suelos.
- Tafiletes y cueros abrillantados en general.
- Industria textil.
- Industria papelera.
- Industria del mueble (muebles acabados a la CERA).
- Aditivo para acabados de sobreimpresión.
- Recubrimientos impermeables al agua sobre soportes de cartón, papel, tejidos, etc.

LA FORMULACIÓN A LA QUE DEBA INCORPORARSE LA CERA DEBE SER PREVIAMENTE ALCALINIZADA A UN pH IGUAL O SUPERIOR A 9.

Lo reseñado en este impreso es fruto de nuestra experiencia y lo ofrecemos a título de información pero sin que ello implique compromiso alguno por nuestra parte.
Los resultados en cada aplicación particular deben ser ensayados por los responsables directos de la formulación específica.

A.3. Ficha técnica: TEGOSIVIN 328



TEGOSIVIN® HE 328

Product description

TEGOSIVIN® HE 328 is a solvent-free emulsion based on reactive organomodified siloxanes.

Physical Properties

Appearance	milky, white
Active content	approx. 50 %
Density (25 °C)	approx. 1.0 g/cm³
Diluent	water
Viscosity (ISO cup/3 mm/23 °C)	40 – 55 sec

Application

- Treatment for brick, stone and concrete facades
- Pre-treatment of building materials (clinker, fibre cement, curb stone, etc.)
- Injected damp-proof course (DPC, horizontal barrier) for brick, stone and concrete wall
- Admixture for concrete and other cement based formulations

Properties/Benefits

In addition to durable protection from water-induced damages TEGOSIVIN® HE 328 and products formulated from it provide:

- Effective protection even in driving rain
- Efflorescence prevention
- Protection against de-icing salts
- Alkali resistance
- A reduction in heat conductivity and thus improved thermal insulation

- A non-tacky finish with a stain release effect
- In most instances no change in surface appearance and virtually no reduction of vapour permeability
- Solvent-free and low VOC

Dosage and Handling

For the production of ready-to-use formulations TEGOSIVIN® HE 328 may be diluted to 5 – 25 % active content depending on the intended use.

For use as efflorescence control and water repellent in admixture applications dosage may vary from 0.1 – 1.0 % TEGOSIVIN® HE 328 referred to cement.

For masonry water repellent applications it is recommended to evaluate the required dosage by means of representative test areas prior to final impregnation.

Dilutions have to be protected by adding a suitable preservative (e. g. Actacid® MBS from Thor-Chemie). We recommend stirring TEGOSIVIN® HE 328 and formulations made from it prior to use.

For further guidelines please see our Technical Information.

Registration status

The ingredients of TEGOSIVIN® HE 328 are listed in the following chemical inventories:

EINECS, TSCA, DSL, ENCS, AICS, ECL, PICCS, China

Further information is available on request.

A.4. Ficha técnica: SITREN



SITREN® 595

Product description

SITREN® 595 is an aqueous emulsion based on reactive organo-siloxanes.

Physical properties

Active content	approx. 50 %
Density (25 °C)	approx. 1.0 g/cm³
Diluent	water
Emulsion type	O/W
Viscosity (3 mm/23 °C)	20 – 40 sec

Application

Water repellent treatment of

- Paper
- Starch
- Mineral substrates and fibres
- Binders based on dispersions
- Wood
- Textiles
- Melamine foam

Properties/Benefits

- Strong reduction of water uptake
- Good spreading properties

Dosage and handling

SITREN® 595 may be applied as delivered or from aqueous pre-dilutions. Dilution ratio may range from 1: 5 to 1: 15 (preferably with de-mineralised water). For preparing the dilutions we recommend to add water to the emulsion while stirring at low shear.

The external application may be carried out by rolling, painting or dipping. For internal treatment (e. g. addition to the slurry) we recommend 0.2 – 0.5 % SITREN® 595 (referred to dry material) for initial tests. Drying at ca. 100 °C accelerates curing of the active material.

Registration status

The ingredients of SITREN® 595 are listed in the following chemical inventories:

EINECS, TSCA, DSL, ENCS, AICS, ECL, PICCS, China.

Further information is available on request.

Storage stability

SITREN® 595 may be stored in closed containers for at least 6 months. The product has to be stored under frost-free conditions; storage temperature should not exceed 30 °C.

A.5. Ficha técnica: CORKGARD WB-FACHADAS



INFORMAÇÃO TÉCNICA

CORKGARD FUV BROWN

INTRODUÇÃO

Dispersão aquosa baseada num polímero fluoroquímico - SCOTCHGARD™ produzido pela 3M, e na adequada combinação de polímeros de poliuretano e acrilato com dois absorvedores de UV, que absorvem em comprimentos de onda diferentes e assim garantir a proteção do filme e do substrato.

Está formulado para conferir aos aglomerados de cortiça, revestimentos duráveis com propriedades de repelência à água, óleo, manchas e sujidade de diversa natureza, bem como uma elevada resistência aos raios UV e ao envelhecimento.

Melhora a resistência dinâmica à água, mantendo as características naturais da cortiça:

- Toque, respirabilidade, geralmente inalterada.
- A cor é ligeiramente alterada, podendo ser feita a gosto do cliente.

ECOLOGIA

Não contém tensioactivos, não é quimicamente formulado com base em PFOA ou PFOS, nem gera estas substâncias. O ingrediente fluoroquímico SCOTCHGARD™ não é Clorofluorocarbono (CFC), associado ao ataque à camada de ozono.

CARACTERÍSTICAS

Aspecto	Líquido leitoso, opaco
Densidade	1,0 ± 0,02 a 20 °C (picnómetro DIN 53217).
Carga	Aniónico
pH	7-8
Ponto de ebulição	>100°C
Ponto de inflamação	>100°C

APLICAÇÃO

Normalmente é aplicado com rolo antigota ou por pulverização à pistola de ar comprimido.

Aplicar de modo uniforme, para assegurar a distribuição adequada do produto.

Recomenda-se equipamento com boa exaustão ou local bem ventilado para aplicação, bem como o uso pelos operadores de equipamento de protecção individual.

Rendimento: 3 - 4m²/l

ARMAZENAGEM

É estável em condições normais de armazenamento — local seco e arejado, temperatura entre 0 e 40°C. As embalagens devem manter-se rigorosamente fechadas após cada utilização.

Tempo de armazenagem: 1 ano após a data de fabrico, em embalagens originais seladas.

PERIGOSIDADE

Classificado como substância não perigosa e não inflamável.

FT CORKGARD FUV BROWN - PT
Revisão 01

16-06-2014 11:19
Página 1 de 1

As informações técnicas – verbais, escritas ou por ensaio – baseiam-se no conhecimento e experiência atuais, não envolvendo qualquer garantia, pelo que o cliente deve sempre testar a adaptação dos produtos aos seus processos e finalidades previstas.

Sendo a aplicação feita fora do controlo do fabricante, não se assume qualquer responsabilidade por eventuais anomalias decorrentes da utilização incorreta dos produtos.

Se comprovadamente se verificar a responsabilidade do fabricante por um fornecimento deficiente, a mesma limitar-se-á ao valor da mercadoria consumida.

É garantida a constância da qualidade dos produtos de acordo com as condições gerais de fornecimento.



Mod. 21/3

ANEXO B. TRABALHO EXPERIMENTAL

B.1. Ensaio de absorção de água por imersão parcial: curta duração

B.1.1. Fase A – Amostras sem envelhecimento artificial acelerado

Face em contacto com a água: Face rugosa - Face interior		Área da secção inferior do provete, A_p	Massa inicial, m_0	Massa final, m_{24}	Absorção de água por imersão parcial, W_p	Média Absorção de água por imersão parcial, W_p	Perda /ganho de água por absorção de água parcial
Amostras	Provetes	(m ²)	(kg)	(kg)	(kg/m ²)	W_p (kg/m ²)	W_p (%)
Amostra A	A1	0,0231	0,1946	0,2439	2,13	2,23	---
	A2	0,0231	0,1991	0,2480	2,11		
	A3	0,0231	0,2000	0,2566	2,45		
Amostra F	F1	0,0207	0,2381	0,2650	1,30	1,09	-51,1%
	F2	0,0231	0,2243	0,2440	0,85		
	F3	0,0231	0,2520	0,2780	1,12		
Amostra L	L1	0,0231	0,2923	0,3597	2,91	2,59	16,2%
	L2	0,0230	0,2892	0,3506	2,67		
	L3	0,0230	0,2446	0,2953	2,21		
Amostra T	T1	0,0230	0,2399	0,2857	1,99	2,02	-9,7%
	T2	0,0231	0,2754	0,3193	1,90		
	T3	0,0231	0,2686	0,3184	2,15		
Amostra AP	AP1	0,0227	0,2595	0,3442	3,73	3,59	---
	AP2	0,0228	0,2699	0,3524	3,63		
	AP3	0,0228	0,2541	0,3319	3,42		
Amostra FX	FX1	0,0228	0,2794	0,3634	3,68	3,57	-0,73%
	FX2	0,0230	0,2811	0,3709	3,90		
	FX3	0,0230	0,2808	0,3523	3,11		
Amostra F/	F/1	0,0228	0,2674	0,3370	3,05	2,83	-21,1%
	F/2	0,0229	0,2714	0,3344	2,75		
	F/3	0,0225	0,2739	0,3344	2,69		
Amostra S	S1	0,0210	0,2178	0,2678	2,37	2,22	-38,2%
	S2	0,0225	0,2268	0,2764	2,21		
	S3	0,0216	0,2186	0,2635	2,08		
Amostra C	C1	0,0229	0,2519	0,3477	4,19	3,88	7,9%
	C2	0,0231	0,2630	0,3500	3,76		
	C3	0,0216	0,2531	0,3325	3,68		

Face em contacto com a água: Face lisa - Face exterior		Área da secção inferior do provete, A_p	Massa inicial, m_0	Massa final, m_{24}	Absorção de água por imersão parcial, W_p	Média Absorção de água por imersão parcial, W_p	Perda /ganho de água por absorção de água parcial
Amostras	Provetes	(m^2)	(kg)	(kg)	(kg/m^2)	W_p (kg/m^2)	W_p (%)
Amostra A	A1	0,0213	0,1929	0,2407	2,25	2,90	---
	A2	0,0213	0,1973	0,2680	3,32		
	A3	0,0231	0,1984	0,2707	3,13		
Amostra F	F1	0,0207	0,2336	0,2765	2,07	1,67	-42,3%
	F2	0,0231	0,2195	0,2562	1,59		
	F3	0,0231	0,2414	0,2729	1,36		
Amostra L	L1	0,0231	0,2826	0,3748	3,98	3,73	28,5%
	L2	0,0230	0,2772	0,3669	3,90		
	L3	0,0230	0,2318	0,3076	3,29		
Amostra T	T1	0,0230	0,2313	0,2908	2,59	2,79	-3,8%
	T2	0,0231	0,2633	0,3342	3,07		
	T3	0,0231	0,2611	0,3237	2,71		
Amostra AP	AP1	0,0227	0,2593	0,3831	5,45	4,90	---
	AP2	0,0228	0,2694	0,3854	5,10		
	AP3	0,0228	0,2538	0,3484	4,16		
Amostra FX	FX1	0,0228	0,2689	0,3364	2,96	2,85	-41,9%
	FX2	0,0230	0,2697	0,3349	2,83		
	FX3	0,0230	0,2662	0,3297	2,76		
Amostra F/	F/1	0,0228	0,2660	0,3220	2,45	2,30	-53,1%
	F/2	0,0229	0,2632	0,3143	2,24		
	F/3	0,0225	0,2671	0,3167	2,20		
Amostra S	S1	0,0210	0,2176	0,2549	1,77	1,54	-68,6%
	S2	0,0225	0,2263	0,2572	1,38		
	S3	0,0216	0,2186	0,2505	1,48		
Amostra C	C1	0,0229	0,2512	0,3051	2,36	2,46	-49,8%
	C2	0,0231	0,2622	0,3217	2,57		
	C3	0,0216	0,2519	0,3053	2,47		

B.1.2. Fase B – Amostras submetidas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado

Face em contacto com a água: Face rugosa - Face interior		Área da secção inferior do provete, A_p	Massa inicial, m_0	Massa final, m_{24}	Absorção de água por imersão parcial, W_p	Média Absorção de água por imersão parcial, W_p	Perda /ganho de água por absorção de água parcial
Amostras	Provetes	(m^2)	(kg)	(kg)	(kg/m^2)	W_p (kg/m^2)	W_p (%)
Amostra A	A4	0,0213	0,1635	0,1847	1,00	1,25	---
	A5	0,0202	0,2303	0,2650	1,71		
	A6	0,0203	0,1685	0,1896	1,03		
Amostra F	F4	0,0228	0,2305	0,2450	0,64	0,54	-56,6%
	F5	0,0229	0,2098	0,2208	0,48		
	F6	0,0230	0,2320	0,2437	0,51		
Amostra L	L4	0,0230	0,2448	0,2701	1,10	1,11	-10,8%
	L5	0,0212	0,1939	0,2149	0,99		
	L6	0,0228	0,2570	0,2856	1,25		
Amostra T	T4	0,0229	0,2408	0,2658	1,09	1,23	-1,6%
	T5	0,0231	0,2148	0,2428	1,21		
	T6	0,0230	0,2474	0,2793	1,39		
Amostra AP	AP4	0,0231	0,2573	0,3083	2,21	2,31	---
	AP5	0,0230	0,2603	0,3128	2,29		
	AP6	0,0230	0,2568	0,3130	2,45		
Amostra FX	FX4	0,0228	0,2681	0,2793	0,49	0,58	-75,05%
	FX5	0,0230	0,2631	0,2765	0,58		
	FX6	0,0229	0,2685	0,2835	0,66		
Amostra F/	F/4	0,1016	0,2627	0,2739	0,11	0,32	-86,0%
	F/5	0,0228	0,2570	0,2676	0,47		
	F/6	0,0228	0,2562	0,2653	0,40		
Amostra S	S4	0,0213	0,2158	0,2433	1,29	1,17	-49,5%
	S5	0,0213	0,2153	0,2386	1,10		
	S6	0,0212	0,2199	0,2435	1,12		
Amostra C	C4	0,0230	0,2519	0,2608	0,39	0,38	-83,8%
	C5	0,0229	0,2522	0,2609	0,38		
	C6	0,0231	0,2534	0,2616	0,36		

Face em contacto com a água: Face lisa - Face exterior		Área da secção inferior do provete, A_p	Massa inicial, m_0	Massa final, m_{24}	Absorção de água por imersão parcial, W_p	Média Absorção de água por imersão parcial, W_p	Perda /ganho de água por absorção de água parcial
Amostras	Provetes	(m ²)	(kg)	(kg)	(kg/m ²)	W_p (kg/m ²)	W_p (%)
Amostra A	A4	0,0213	0,1647	0,2051	1,90	2,33	---
	A5	0,0202	0,2388	0,3083	3,43		
	A6	0,0203	0,1697	0,2034	1,66		
Amostra F	F4	0,0228	0,2325	0,2546	0,97	0,99	-57,5%
	F5	0,0229	0,2113	0,2321	0,91		
	F6	0,0230	0,2340	0,2591	1,09		
Amostra L	L4	0,0230	0,2470	0,2969	2,17	2,09	-10,4%
	L5	0,0212	0,1955	0,2300	1,63		
	L6	0,0228	0,2591	0,3153	2,46		
Amostra T	T4	0,0229	0,2436	0,2718	1,23	1,27	-45,7%
	T5	0,0231	0,2167	0,2432	1,15		
	T6	0,0230	0,2511	0,2838	1,42		
Amostra AP	AP4	0,0231	0,2641	0,3029	1,68	1,64	---
	AP5	0,0230	0,2698	0,3091	1,71		
	AP6	0,0230	0,2672	0,3027	1,54		
Amostra FX	FX4	0,0228	0,2705	0,2895	0,83	0,93	-43,3%
	FX5	0,0230	0,2654	0,2841	0,81		
	FX6	0,0229	0,2707	0,2971	1,15		
Amostra F/	F/4	0,1016	0,2651	0,2927	0,27	0,83	-49,7%
	F/5	0,0228	0,2591	0,2812	0,97		
	F/6	0,0228	0,2584	0,2868	1,24		
Amostra S	S4	0,0213	0,2175	0,2492	1,49	1,36	-17,4%
	S5	0,0213	0,2169	0,2441	1,28		
	S6	0,0212	0,2217	0,2492	1,30		
Amostra C	C4	0,0230	0,2537	0,2922	1,67	1,64	-0,5%
	C5	0,0229	0,2540	0,2945	1,77		
	C6	0,0231	0,2554	0,2893	1,47		

B.2. Ensaio de envelhecimento artificial acelerado

▪ Amostra A

Amostra A														
			Provete A4			Provete A5			Provete A6			Valores médios A		
Nº Ciclo	Data	Ciclos	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa das amostras (g)	Δm (g)	Δm média (%)
Minicial s/secagem	19/04/2016	---	168,16	---	---	238,75	---	---	174,68	--	---	193,86	---	---
Minicial	19/04/2016	---	159,07	---	---	224,21	---	---	164,18	---	---	182,49	---	--
1º	21/04/2016	Inverno	158,93	-0,14	-0,09%	223,25	-0,96	-0,43%	163,94	-0,24	-0,15%	182,04	-0,45	-0,24%
2º	23/04/2016	Verão	158,93	-0,14	-0,09%	223,18	-1,03	-0,46%	163,93	-0,25	-0,15%	182,01	-0,47	-0,26%
3º	26/04/2016	Inverno	158,93	-0,14	-0,09%	224,03	-0,18	-0,08%	163,83	-0,35	-0,21%	182,26	-0,22	-0,12%
4º	28/04/2016	Verão	158,87	-0,20	-0,13%	223,93	-0,28	-0,12%	163,94	-0,24	-0,15%	182,25	-0,24	-0,13%
5º	29/04/2016	Inverno	158,59	-0,48	-0,30%	222,73	-1,48	-0,66%	163,57	-0,61	-0,37%	181,63	-0,86	-0,47%
6º	02/05/2016	Verão	159,66	0,59	0,37%	224,07	-0,14	-0,06%	164,61	0,43	0,26%	182,78	0,29	0,16%
7º	04/05/2016	Inverno	159,22	0,15	0,09%	225,19	0,98	0,44%	164,69	0,51	0,31%	183,03	0,55	0,30%
8º	06/05/2016	Verão	158,99	-0,08	-0,05%	223,57	-0,64	-0,29%	163,96	-0,22	-0,13%	182,17	-0,31	-0,17%
9º	07/05/2016	Inverno	158,78	-0,29	-0,18%	223,07	-1,14	-0,51%	163,74	-0,44	-0,27%	181,86	-0,62	-0,34%
10º	09/05/2016	Verão	158,70	-0,37	-0,23%	222,98	-1,23	-0,55%	163,63	-0,55	-0,33%	181,77	-0,72	-0,39%
11º	11/05/2016	Inverno	158,83	-0,24	-0,15%	223,22	-0,99	-0,44%	163,93	-0,25	-0,15%	181,99	-0,49	-0,27%
12º	13/05/2016	Verão	158,72	-0,35	-0,22%	223,05	-1,16	-0,52%	163,68	-0,50	-0,30%	181,82	-0,67	-0,37%

13°	16/05/2016	Inverno	158,85	-0,22	-0,14%	223,97	-0,24	-0,11%	163,72	-0,46	-0,28%	182,18	-0,31	-0,17%
14°	18/05/2016	Verão	158,89	-0,18	-0,11%	224,41	0,20	0,09%	163,76	-0,42	-0,26%	182,35	-0,13	-0,07%
15°	26/05/2016	Inverno	158,36	-0,71	-0,45%	222,56	-1,65	-0,74%	163,35	-0,83	-0,51%	181,42	-1,06	-0,58%
16°	29/05/2016	Verão	158,47	-0,60	-0,38%	223,44	-0,77	-0,34%	163,29	-0,89	-0,54%	181,73	-0,75	-0,41%
17°	31/05/2016	Inverno	158,64	-0,43	-0,27%	223,77	-0,44	-0,20%	163,46	-0,72	-0,44%	181,96	-0,53	-0,29%
18°	02/06/2016	Verão	158,52	-0,55	-0,35%	224,16	-0,05	-0,02%	163,35	-0,83	-0,51%	182,01	-0,48	-0,26%
19°	03/06/2016	Inverno	158,41	-0,66	-0,41%	222,56	-1,65	-0,74%	163,24	-0,94	-0,57%	181,40	-1,08	-0,59%
20°	06/06/2016	Verão	158,46	-0,61	-0,38%	223,32	-0,89	-0,40%	163,40	-0,78	-0,48%	181,73	-0,76	-0,42%
21°	08/06/2016	Inverno	158,40	-0,67	-0,42%	222,80	-1,41	-0,63%	163,20	-0,98	-0,60%	181,47	-1,02	-0,56%
22°	10/06/2016	Verão	158,27	-0,80	-0,50%	222,34	-1,87	-0,83%	163,05	-1,13	-0,69%	181,22	-1,27	-0,69%
23°	14/06/2016	Inverno	158,33	-0,74	-0,47%	223,15	-1,06	-0,47%	163,00	-1,18	-0,72%	181,49	-0,99	-0,54%
24°	17/06/2016	Verão	158,28	-0,79	-0,50%	222,42	-1,79	-0,80%	162,99	-1,19	-0,72%	181,23	-1,26	-0,69%
25°	19/06/2016	Inverno	158,69	-0,38	-0,24%	223,53	-0,68	-0,30%	163,35	-0,83	-0,51%	181,86	-0,63	-0,35%
26°	21/06/2016	Verão	158,44	-0,63	-0,40%	223,96	-0,25	-0,11%	163,14	-1,04	-0,63%	181,85	-0,64	-0,35%
27°	23/06/2016	Inverno	158,18	-0,89	-0,56%	222,15	-2,06	-0,92%	162,85	-1,33	-0,81%	181,06	-1,43	-0,78%
28°	27/06/2016	Verão	158,21	-0,86	-0,54%	224,62	0,41	0,18%	162,89	-1,29	-0,79%	181,91	-0,58	-0,32%
29°	29/06/2016	Inverno	158,1	-0,97	-0,61%	222,06	-2,15	-0,96%	162,74	-1,44	-0,88%	180,97	-1,52	-0,83%
30°	03/07/2016	Verão	158,29	-0,78	-0,49%	223,62	-0,59	-0,26%	162,97	-1,21	-0,74%	181,63	-0,86	-0,47%

▪ **Amostra F**

Amostra F														
			Provete F4			Provete F5			Provete F6			Valores médios de F		
Nº Ciclo	Data	Ciclos	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa das amostras (g)	Δm (g)	Δm média (%)
Minicial s/secagem	19/04/2016	---	238,97	---	---	217,28	---	---	240,17	---	---	232,14	---	---
Minicial	19/04/2016	---	224,80	---	---	204,74	---	---	226,29	---	---	218,61	---	---
1º	21/04/2016	Inverno	224,68	-0,12	-0,05%	204,38	-0,36	-0,18%	226,13	-0,16	-0,07%	218,40	-0,21	-0,10%
2º	23/04/2016	Verão	224,29	-0,51	-0,23%	204,15	-0,59	-0,29%	225,83	-0,46	-0,20%	218,09	-0,52	-0,24%
3º	26/04/2016	Inverno	226,20	1,40	0,62%	204,50	-0,24	-0,12%	224,87	-1,42	-0,63%	218,52	-0,09	-0,04%
4º	28/04/2016	Verão	224,54	-0,26	-0,12%	204,36	-0,38	-0,19%	226,17	-0,12	-0,05%	218,36	-0,25	-0,12%
5º	29/04/2016	Inverno	224,21	-0,59	-0,26%	204,01	-0,73	-0,36%	225,62	-0,67	-0,30%	217,95	-0,66	-0,30%
6º	02/05/2016	Verão	225,09	0,29	0,13%	204,78	0,04	0,02%	226,44	0,15	0,07%	218,77	0,16	0,07%
7º	04/05/2016	Inverno	225,89	1,09	0,48%	204,79	0,05	0,02%	227,04	0,75	0,33%	219,24	0,63	0,29%
8º	06/05/2016	Verão	224,60	-0,20	-0,09%	204,07	-0,67	-0,33%	225,85	-0,44	-0,19%	218,17	-0,44	-0,20%
9º	07/05/2016	Inverno	224,24	-0,56	-0,25%	203,95	-0,79	-0,39%	225,60	-0,69	-0,30%	217,93	-0,68	-0,31%
10º	09/05/2016	Verão	224,17	-0,63	-0,28%	203,86	-0,88	-0,43%	225,50	-0,79	-0,35%	217,84	-0,77	-0,35%
11º	11/05/2016	Inverno	224,08	-0,72	-0,32%	203,96	-0,78	-0,38%	225,67	-0,62	-0,27%	217,90	-0,71	-0,32%
12º	13/05/2016	Verão	223,99	-0,81	-0,36%	203,71	-1,03	-0,50%	225,30	-0,99	-0,44%	217,67	-0,94	-0,43%
13º	16/05/2016	Inverno	224,39	-0,41	-0,18%	203,94	-0,80	-0,39%	225,72	-0,57	-0,25%	218,02	-0,59	-0,27%
14º	18/05/2016	Verão	224,34	-0,46	-0,20%	204,02	-0,72	-0,35%	225,85	-0,44	-0,19%	218,07	-0,54	-0,25%

15º	26/05/2016	Inverno	223,74	-1,06	-0,47%	203,41	-1,33	-0,65%	224,96	-1,33	-0,59%	217,37	-1,24	-0,57%
16º	29/05/2016	Verão	223,83	-0,97	-0,43%	203,51	-1,23	-0,60%	225,15	-1,14	-0,50%	217,50	-1,11	-0,51%
17º	31/05/2016	Inverno	224,09	-0,71	-0,32%	203,70	-1,04	-0,51%	225,41	-0,88	-0,39%	217,73	-0,88	-0,40%
18º	02/06/2016	Verão	224,19	-0,61	-0,27%	203,74	-1,00	-0,49%	225,56	-0,73	-0,32%	217,83	-0,78	-0,36%
19º	03/06/2016	Inverno	223,63	-1,17	-0,52%	203,48	-1,26	-0,62%	225,05	-1,24	-0,55%	217,39	-1,22	-0,56%
20º	06/06/2016	Verão	223,72	-1,08	-0,48%	203,52	-1,22	-0,60%	225,24	-1,05	-0,46%	217,49	-1,12	-0,51%
21º	08/06/2016	Inverno	223,60	-1,20	-0,53%	203,41	-1,33	-0,65%	225,04	-1,25	-0,55%	217,35	-1,26	-0,58%
22º	10/06/2016	Verão	223,31	-1,49	-0,66%	203,16	-1,58	-0,77%	224,78	-1,51	-0,67%	217,08	-1,53	-0,70%
23º	14/06/2016	Inverno	223,76	-1,04	-0,46%	203,35	-1,39	-0,68%	224,94	-1,35	-0,60%	217,35	-1,26	-0,58%
24º	17/06/2016	Verão	223,29	-1,51	-0,67%	203,23	-1,51	-0,74%	224,78	-1,51	-0,67%	217,10	-1,51	-0,69%
25º	19/06/2016	Inverno	223,61	-1,19	-0,53%	203,51	-1,23	-0,60%	224,92	-1,37	-0,61%	217,35	-1,26	-0,58%
26º	21/06/2016	Verão	223,39	-1,41	-0,63%	203,40	-1,34	-0,65%	225,16	-1,13	-0,50%	217,32	-1,29	-0,59%
27º	23/06/2016	Inverno	223,16	-1,64	-0,73%	202,95	-1,79	-0,87%	224,51	-1,78	-0,79%	216,87	-1,74	-0,79%
28º	27/06/2016	Verão	223,20	-1,60	-0,71%	203,08	-1,66	-0,81%	224,70	-1,59	-0,70%	216,99	-1,62	-0,74%
29º	29/06/2016	Inverno	222,96	-1,84	-0,82%	202,84	-1,9	-0,93%	224,36	-1,93	-0,85%	216,72	-1,89	-0,86%
30º	03/07/2016	Verão	223,58	-1,22	-0,54%	203,09	-1,65	-0,81%	224,64	-1,65	-0,73%	217,10	-1,51	-0,69%

▪ **Amostra L**

Amostra L														
Nº Ciclo	Data	Ciclos	Provete L4			Provete L5			Provete L6			Valores médios de L		
			Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa das amostras (g)	Δm (g)	Δm média (%)
Minicial s/secagem	19/04/2016	---	254,00	---	---	200,23	---	---	265,71	---	---	239,98	---	---
Minicial	19/04/2016	---	238,17	---	---	189,04	---	---	249,15	---	---	225,45	---	---
1º	21/04/2016	Inverno	237,66	-0,51	-0,21%	188,78	-0,26	-0,14%	248,78	-0,37	-0,15%	225,07	-0,38	-0,17%
2º	23/04/2016	Verão	237,42	-0,75	-0,31%	188,66	-0,38	-0,20%	248,58	-0,57	-0,23%	224,89	-0,57	-0,25%
3º	26/04/2015	Inverno	238,06	-0,11	-0,05%	188,85	-0,19	-0,10%	249,37	0,22	0,09%	225,43	-0,03	-0,01%
4º	28/04/2016	Verão	238,03	-0,14	-0,06%	188,88	-0,16	-0,08%	249,16	0,01	0,00%	225,36	-0,10	-0,04%
5º	29/04/2016	Inverno	237,16	-1,01	-0,42%	188,49	-0,55	-0,29%	248,22	-0,93	-0,37%	224,62	-0,83	-0,37%
6º	02/05/2016	Verão	238,29	0,12	0,05%	189,22	0,18	0,10%	249,18	0,03	0,01%	225,56	0,11	0,05%
7º	04/05/2016	Inverno	238,67	0,50	0,21%	188,93	-0,11	-0,06%	250,59	1,44	0,58%	226,06	0,61	0,27%
8º	06/05/2016	Verão	237,60	-0,57	-0,24%	188,55	-0,49	-0,26%	248,54	-0,61	-0,24%	224,90	-0,56	-0,25%
9º	07/05/2016	Inverno	237,33	-0,84	-0,35%	188,44	-0,60	-0,32%	248,36	-0,79	-0,32%	224,71	-0,74	-0,33%
10º	09/05/2016	Verão	237,14	-1,03	-0,43%	188,32	-0,72	-0,38%	248,21	-0,94	-0,38%	224,56	-0,90	-0,40%
11º	11/05/2016	Inverno	237,22	-0,95	-0,40%	188,33	-0,71	-0,38%	248,12	-1,03	-0,41%	224,56	-0,90	-0,40%
12º	13/05/2016	Verão	236,96	-1,21	-0,51%	188,26	-0,78	-0,41%	247,88	-1,27	-0,51%	224,37	-1,09	-0,48%
13º	16/05/2016	Inverno	237,46	-0,71	-0,30%	188,24	-0,80	-0,42%	248,53	-0,62	-0,25%	224,74	-0,71	-0,31%
14º	18/05/2016	Verão	237,70	-0,47	-0,20%	188,42	-0,62	-0,33%	248,38	-0,77	-0,31%	224,83	-0,62	-0,28%
15º	26/05/2016	Inverno	236,70	-1,47	-0,62%	188,04	-1,00	-0,53%	247,55	-1,60	-0,64%	224,10	-1,36	-0,60%

16°	29/05/2016	Verão	237,09	-1,08	-0,45%	187,96	-1,08	-0,57%	248,03	-1,12	-0,45%	224,36	-1,09	-0,48%
17°	31/05/2016	Inverno	237,31	-0,86	-0,36%	188,37	-0,67	-0,35%	248,03	-1,12	-0,45%	224,57	-0,88	-0,39%
18°	02/06/2016	Verão	237,42	-0,75	-0,31%	188,12	-0,92	-0,49%	248,18	-0,97	-0,39%	224,57	-0,88	-0,39%
19°	03/06/2016	Inverno	236,83	-1,34	-0,56%	188,00	-1,04	-0,55%	247,77	-1,38	-0,55%	224,20	-1,25	-0,56%
20°	06/06/2016	Verão	237,24	-0,93	-0,39%	188,10	-0,94	-0,50%	248,17	-0,98	-0,39%	224,50	-0,95	-0,42%
21°	08/06/2016	Inverno	236,93	-1,24	-0,52%	188,02	-1,02	-0,54%	247,65	-1,50	-0,60%	224,20	-1,25	-0,56%
22°	10/06/2016	Verão	236,45	-1,72	-0,72%	187,88	-1,16	-0,61%	247,54	-1,61	-0,65%	223,96	-1,50	-0,66%
23°	14/06/2016	Inverno	237,19	-0,98	-0,41%	188,16	-0,88	-0,47%	247,85	-1,30	-0,52%	224,40	-1,05	-0,47%
24°	17/06/2016	Verão	236,73	-1,44	-0,60%	187,89	-1,15	-0,61%	247,51	-1,64	-0,66%	224,04	-1,41	-0,63%
25°	19/06/2016	Inverno	237,21	-0,96	-0,40%	188,06	-0,98	-0,52%	247,72	-1,43	-0,57%	224,33	-1,12	-0,50%
26°	21/06/2016	Verão	237,23	-0,94	-0,39%	188,06	-0,98	-0,52%	247,86	-1,29	-0,52%	224,38	-1,07	-0,47%
27°	23/06/2016	Inverno	236,45	-1,72	-0,72%	187,67	-1,37	-0,72%	247,22	-1,93	-0,77%	223,78	-1,67	-0,74%
28°	27/06/2016	Verão	236,77	-1,40	-0,59%	187,90	-1,14	-0,60%	247,49	-1,66	-0,67%	224,05	-1,40	-0,62%
29°	29/06/2016	Inverno	236,14	-2,03	-0,85%	187,58	-1,46	-0,77%	247,3	-1,85	-0,74%	223,67	-1,78	-0,79%
30°	03/07/2016	Verão	237,06	-1,11	-0,47%	187,90	-1,14	-0,60%	247,56	-1,59	-0,64%	224,17	-1,28	-0,57%

▪ Amostra T

Amostra T														
Nº Ciclo	Data	Ciclos	Provete T4			Provete T5			Provete T6			Valores médios de T		
			Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa das amostras (g)	Δm (g)	Δm média (%)
Minicial s/secagem	19/04/2016	---	250,14	---	---	222,51	---	---	257,25	---	---	243,30	---	---
Minicial	19/04/2016	---	234,05	---	---	209,12	---	---	240,85	---	---	228,01	---	---
1º	21/04/2016	Inverno	233,85	-0,20	-0,09%	208,67	-0,45	-0,22%	240,24	-0,61	-0,25%	227,59	-0,42	-0,18%
2º	23/04/2016	Verão	233,44	-0,61	-0,26%	208,59	-0,53	-0,25%	240,03	-0,82	-0,34%	227,35	-0,65	-0,29%
3º	26/04/2015	Inverno	233,89	-0,16	-0,07%	208,94	-0,18	-0,09%	240,72	-0,13	-0,05%	227,85	-0,16	-0,07%
4º	28/04/2016	Verão	234,63	0,58	0,25%	209,12	0,00	0,00%	241,03	0,18	0,07%	228,26	0,25	0,11%
5º	29/04/2016	Inverno	233,45	-0,60	-0,26%	208,40	-0,72	-0,34%	239,94	-0,91	-0,38%	227,26	-0,74	-0,33%
6º	02/05/2016	Verão	234,27	0,22	0,09%	209,94	0,82	0,39%	240,93	0,08	0,03%	228,38	0,37	0,16%
7º	04/05/2016	Inverno	234,26	0,21	0,09%	209,10	-0,02	-0,01%	241,66	0,81	0,34%	228,34	0,33	0,15%
8º	06/05/2016	Verão	233,52	-0,53	-0,23%	208,53	-0,59	-0,28%	240,18	-0,67	-0,28%	227,41	-0,60	-0,26%
9º	07/05/2016	Inverno	233,30	-0,75	-0,32%	208,30	-0,82	-0,39%	239,76	-1,09	-0,45%	227,12	-0,89	-0,39%
10º	09/05/2016	Verão	233,30	-0,75	-0,32%	208,36	-0,76	-0,36%	239,70	-1,15	-0,48%	227,12	-0,89	-0,39%
11º	11/05/2016	Inverno	233,28	-0,77	-0,33%	208,42	-0,70	-0,33%	239,74	-1,11	-0,46%	227,15	-0,86	-0,38%
12º	13/05/2016	Verão	232,94	-1,11	-0,47%	208,11	-1,01	-0,48%	239,48	-1,37	-0,57%	226,84	-1,16	-0,51%
13º	16/05/2016	Inverno	233,32	-0,73	-0,31%	208,37	-0,75	-0,36%	240,53	-0,32	-0,13%	227,41	-0,60	-0,26%
14º	18/05/2016	Verão	233,64	-0,41	-0,18%	208,63	-0,49	-0,23%	239,93	-0,92	-0,38%	227,40	-0,61	-0,27%
15º	26/05/2016	Inverno	232,93	-1,12	-0,48%	208,09	-1,03	-0,49%	239,17	-1,68	-0,70%	226,73	-1,28	-0,56%

16°	29/05/2016	Verão	232,89	-1,16	-0,50%	208,07	-1,05	-0,50%	239,36	-1,49	-0,62%	226,77	-1,23	-0,54%
17°	31/05/2016	Inverno	233,08	-0,97	-0,41%	208,21	-0,91	-0,44%	239,77	-1,08	-0,45%	227,02	-0,99	-0,43%
18°	02/06/2016	Verão	233,22	-0,83	-0,35%	208,41	-0,71	-0,34%	239,63	-1,22	-0,51%	227,09	-0,92	-0,40%
19°	03/06/2016	Inverno	232,93	-1,12	-0,48%	208,11	-1,01	-0,48%	239,33	-1,52	-0,63%	226,79	-1,22	-0,53%
20°	06/06/2016	Verão	233,08	-0,97	-0,41%	208,22	-0,90	-0,43%	239,62	-1,23	-0,51%	226,97	-1,03	-0,45%
21°	08/06/2016	Inverno	232,72	-1,33	-0,57%	208,01	-1,11	-0,53%	239,28	-1,57	-0,66%	226,67	-1,34	-0,59%
22°	10/06/2016	Verão	232,50	-1,55	-0,66%	207,84	-1,28	-0,61%	238,98	-1,87	-0,78%	226,44	-1,57	-0,69%
23°	14/06/2016	Inverno	233,15	-0,90	-0,38%	207,75	-1,37	-0,66%	239,46	-1,39	-0,58%	226,79	-1,22	-0,54%
24°	17/06/2016	Verão	232,50	-1,55	-0,66%	207,81	-1,31	-0,63%	239,06	-1,79	-0,75%	226,46	-1,55	-0,68%
25°	19/06/2016	Inverno	233,26	-0,79	-0,34%	207,92	-1,20	-0,57%	239,30	-1,55	-0,65%	226,83	-1,18	-0,52%
26°	21/06/2016	Verão	232,91	-1,14	-0,49%	207,8	-1,32	-0,63%	240,45	-0,40	-0,17%	227,05	-0,95	-0,42%
27°	23/06/2016	Inverno	232,42	-1,63	-0,70%	207,55	-1,57	-0,75%	238,65	-2,20	-0,91%	226,21	-1,80	-0,79%
28°	27/06/2016	Verão	232,63	-1,42	-0,61%	207,77	-1,35	-0,65%	238,88	-1,97	-0,83%	226,43	-1,58	-0,69%
29°	29/06/2016	Inverno	232,21	-1,84	-0,79%	207,46	-1,66	-0,79%	238,54	-2,31	-0,97%	226,07	-1,94	-0,85%
30°	03/07/2016	Verão	232,86	-1,19	-0,51%	207,89	-1,23	-0,59%	238,88	-1,97	-0,83%	226,54	-1,46	-0,64%

▪ **Amostra AP**

Amostra AP														
			Provete AP4			Provete AP5			Provete AP6			Valores médios de AP		
Nº Ciclo	Data	Ciclos	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa das amostras (g)	Δm (g)	Δm média (%)
Minicial s/secagem	19/04/2016	---	268,50	---	---	271,03	---	---	269,43	---	---	269,65	---	---
Minicial	19/04/2015	---	249,24	---	---	252,53	---	---	249,28	---	---	250,35	---	---
1º	21/04/2016	Inverno	248,78	-0,46	-0,18%	252,13	-0,40	-0,16%	248,36	-0,92	-0,37%	249,76	-0,59	-0,24%
2º	23/04/2016	Verão	248,64	-0,60	-0,24%	251,98	-0,55	-0,22%	248,23	-1,05	-0,42%	249,62	-0,73	-0,29%
3º	26/04/2015	Inverno	249,51	0,27	0,11%	252,75	0,22	0,09%	248,51	-0,77	-0,31%	250,26	-0,09	-0,04%
4º	28/04/2016	Verão	249,63	0,39	0,16%	252,86	0,33	0,13%	248,76	-0,52	-0,21%	250,42	0,07	0,03%
5º	29/04/2016	Inverno	248,44	-0,80	-0,32%	251,75	-0,78	-0,31%	247,92	-1,36	-0,55%	249,37	-0,98	-0,39%
6	02/05/2016	Verão	250,50	1,26	0,51%	253,86	1,33	0,53%	250,13	0,85	0,34%	251,50	1,15	0,46%
7º	04/05/2016	Inverno	251,10	1,86	0,75%	254,32	1,79	0,71%	250,21	0,93	0,37%	251,88	1,53	0,61%
8º	06/05/2016	Verão	249,62	0,38	0,15%	252,95	0,42	0,17%	249,09	-0,19	-0,08%	250,55	0,20	0,08%
9º	07/05/2016	Inverno	249,00	-0,24	-0,10%	252,28	-0,25	-0,10%	248,49	-0,79	-0,32%	249,92	-0,43	-0,17%
10º	09/05/2016	Verão	248,75	-0,49	-0,20%	252,10	-0,43	-0,17%	248,20	-1,08	-0,43%	249,68	-0,67	-0,27%
11º	11/05/2016	Inverno	249,13	-0,11	-0,04%	252,32	-0,21	-0,08%	248,54	-0,74	-0,30%	250,00	-0,35	-0,14%
12º	13/05/2016	Verão	248,27	-0,97	-0,39%	251,48	-1,05	-0,42%	247,77	-1,51	-0,61%	249,17	-1,18	-0,47%
13º	16/05/2016	Inverno	249,40	0,16	0,06%	252,89	0,36	0,14%	248,76	-0,52	-0,21%	250,35	0,00	0,00%
14º	18/05/2016	Verão	249,96	0,72	0,29%	253,29	0,76	0,30%	249,26	-0,02	-0,01%	250,84	0,49	0,19%

Amostra AP														
Nº Ciclo	Data	Ciclos	Provete AP4			Provete AP5			Provete AP6			Valores médios de AP		
			Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa das amostras (g)	Δm (g)	Δm média (%)
15º	26/05/2016	Inverno	248,20	-1,04	-0,42%	251,27	-1,26	-0,50%	247,68	-1,60	-0,64%	249,05	-1,30	-0,52%
16º	29/05/2016	Verão	248,81	-0,43	-0,17%	252,20	-0,33	-0,13%	247,99	-1,29	-0,52%	249,67	-0,68	-0,27%
17º	31/05/2016	Inverno	249,41	0,17	0,07%	252,60	0,07	0,03%	248,56	-0,72	-0,29%	250,19	-0,16	-0,06%
18º	02/06/2016	Verão	249,22	-0,02	-0,01%	253,07	0,54	0,21%	249,37	0,09	0,04%	250,55	0,20	0,08%
19º	03/06/2016	Inverno	248,27	-0,97	-0,39%	251,44	-1,09	-0,43%	247,71	-1,57	-0,63%	249,14	-1,21	-0,48%
20º	06/06/2016	Verão	248,76	-0,48	-0,19%	252,06	-0,47	-0,19%	248,08	-1,20	-0,48%	249,63	-0,72	-0,29%
21º	08/06/2016	Inverno	248,61	-0,63	-0,25%	251,68	-0,85	-0,34%	248,05	-1,23	-0,49%	249,45	-0,90	-0,36%
22º	10/06/2016	Verão	248,10	-1,14	-0,46%	251,39	-1,14	-0,45%	247,55	-1,73	-0,69%	249,01	-1,34	-0,53%
23º	14/06/2016	Inverno	248,89	-0,35	-0,14%	252,1	-0,43	-0,17%	248,27	-1,01	-0,41%	249,75	-0,60	-0,24%
24º	17/06/2016	Verão	248,11	-1,13	-0,45%	251,3	-1,23	-0,49%	247,58	-1,70	-0,68%	249,00	-1,35	-0,54%
25º	19/06/2016	Inverno	249,34	0,10	0,04%	252,55	0,02	0,01%	248,53	-0,75	-0,30%	250,14	-0,21	-0,08%
26º	21/06/2016	Verão	248,79	-0,45	-0,18%	252,65	0,12	0,05%	248,89	-0,39	-0,16%	250,11	-0,24	-0,10%
27º	23/06/2016	Inverno	247,87	-1,37	-0,55%	251,06	-1,47	-0,58%	247,39	-1,89	-0,76%	248,77	-1,58	-0,63%
28º	27/06/2016	Verão	248,34	-0,90	-0,36%	251,54	-0,99	-0,39%	247,81	-1,47	-0,59%	249,23	-1,12	-0,45%
29º	29/06/2016	Inverno	247,84	-1,40	-0,56%	250,96	-1,57	-0,62%	247,31	-1,97	-0,79%	248,70	-1,65	-0,66%
30º	03/07/2016	Verão	249,03	-0,21	-0,08%	252,42	-0,11	-0,04%	248,3	-0,98	-0,39%	249,92	-0,43	-0,17%

▪ **Amostra F/**

Amostra F/														
			Provete F/4			Provete F/5			Provete F/6			Valores médios de F/		
Ciclos	Data	Ciclos	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa das amostras (g)	Δm (g)	Δm média (%)
Minicial s/secagem	19/04/2016	---	278,51	---	---	272,03	---	---	270,15	---	---	273,56	---	---
Minicial	19/04/2016	---	255,08	---	---	250,14	---	---	249,02	---	---	251,41	---	---
1º	21/04/2016	Inverno	254,91	-0,17	-0,07%	249,70	-0,44	-0,18%	248,82	-0,20	-0,08%	251,14	-0,27	-0,11%
2º	23/04/2016	Verão	254,81	-0,27	-0,11%	249,51	-0,63	-0,25%	248,61	-0,41	-0,16%	250,98	-0,44	-0,17%
3º	26/04/2015	Inverno	255,16	0,08	0,03%	250,11	-0,03	-0,01%	249,04	0,02	0,01%	251,44	0,02	0,01%
4º	28/04/2016	Verão	255,62	0,54	0,21%	250,02	-0,12	-0,05%	249,04	0,02	0,01%	251,56	0,15	0,06%
5º	29/04/2016	Inverno	254,52	-0,56	-0,22%	249,14	-1,00	-0,40%	248,24	-0,78	-0,31%	250,63	-0,78	-0,31%
6º	02/05/2016	Verão	255,78	0,70	0,27%	250,37	0,23	0,09%	249,49	0,47	0,19%	251,88	0,47	0,19%
7º	04/05/2016	Inverno	256,88	1,80	0,71%	251,13	0,99	0,40%	249,96	0,94	0,38%	252,66	1,24	0,49%
8º	06/05/2016	Verão	255,20	0,12	0,05%	249,76	-0,38	-0,15%	248,87	-0,15	-0,06%	251,28	-0,14	-0,05%
9º	07/05/2016	Inverno	254,74	-0,34	-0,13%	249,34	-0,80	-0,32%	248,45	-0,57	-0,23%	250,84	-0,57	-0,23%
10º	09/05/2016	Verão	254,71	-0,37	-0,15%	249,30	-0,84	-0,34%	248,42	-0,60	-0,24%	250,81	-0,60	-0,24%
11º	11/05/2016	Inverno	254,76	-0,32	-0,13%	249,44	-0,70	-0,28%	248,65	-0,37	-0,15%	250,95	-0,46	-0,18%
12º	13/05/2016	Verão	254,33	-0,75	-0,29%	249,02	-1,12	-0,45%	248,17	-0,85	-0,34%	250,51	-0,91	-0,36%
13º	16/05/2016	Inverno	254,85	-0,23	-0,09%	249,71	-0,43	-0,17%	248,82	-0,20	-0,08%	251,13	-0,29	-0,11%
14º	18/05/2016	Verão	255,04	-0,04	-0,02%	249,90	-0,24	-0,10%	248,98	-0,04	-0,02%	251,31	-0,11	-0,04%
15º	26/05/2016	Inverno	254,09	-0,99	-0,39%	248,78	-1,36	-0,54%	247,97	-1,05	-0,42%	250,28	-1,13	-0,45%
16º	29/05/2016	Verão	254,53	-0,55	-0,22%	249,33	-0,81	-0,32%	248,39	-0,63	-0,25%	250,75	-0,66	-0,26%

17°	31/05/2016	Inverno	254,61	-0,47	-0,18%	249,51	-0,63	-0,25%	248,56	-0,46	-0,18%	250,89	-0,52	-0,21%
18°	02/06/2016	Verão	254,73	-0,35	-0,14%	249,51	-0,63	-0,25%	248,53	-0,49	-0,20%	250,92	-0,49	-0,19%
19°	03/06/2016	Inverno	254,08	-1,00	-0,39%	248,80	-1,34	-0,54%	247,98	-1,04	-0,42%	250,29	-1,13	-0,45%
20°	06/06/2016	Verão	254,24	-0,84	-0,33%	248,94	-1,20	-0,48%	248,12	-0,90	-0,36%	250,43	-0,98	-0,39%
21°	08/06/2016	Inverno	254,22	-0,86	-0,34%	248,98	-1,16	-0,46%	248,12	-0,90	-0,36%	250,44	-0,97	-0,39%
22°	10/06/2016	Verão	254,06	-1,02	-0,40%	248,76	-1,38	-0,55%	247,84	-1,18	-0,47%	250,22	-1,19	-0,47%
23°	14/06/2016	Inverno	254,28	-0,80	-0,31%	249,19	-0,95	-0,38%	248,26	-0,76	-0,31%	250,58	-0,84	-0,33%
24°	17/06/2016	Verão	253,87	-1,21	-0,47%	248,58	-1,56	-0,62%	247,79	-1,23	-0,49%	250,08	-1,33	-0,53%
25°	19/06/2016	Inverno	254,61	-0,47	-0,18%	249,35	-0,79	-0,32%	248,46	-0,56	-0,22%	250,81	-0,61	-0,24%
26°	21/06/2016	Verão	254,48	-0,6	-0,24%	249,37	-0,77	-0,31%	248,47	-0,55	-0,22%	250,77	-0,64	-0,25%
27°	23/06/2016	Inverno	253,77	-1,31	-0,51%	248,45	-1,69	-0,68%	247,73	-1,29	-0,52%	249,98	-1,43	-0,57%
28°	27/06/2016	Verão	254,01	-1,07	-0,42%	248,73	-1,41	-0,56%	247,92	-1,10	-0,44%	250,22	-1,19	-0,47%
29°	29/06/2016	Inverno	253,67	-1,41	-0,55%	248,38	-1,76	-0,70%	247,54	-1,48	-0,59%	249,86	-1,55	-0,62%
30°	03/07/2016	Verão	254,3	-0,78	-0,31%	249,16	-0,98	-0,39%	248,14	-0,88	-0,35%	250,53	-0,88	-0,35%

▪ **Amostra FX**

Amostra FX														
			Provete FX4			Provete FX5			Provete FX6			Valores médios de FX		
Nº Ciclo	Data	Ciclos	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa das amostras (g)	Δm (g)	Δm média (%)
Minicial s/secagem	19/04/2016	---	287,03	---	---	281,30	---	---	287,12	---	---	285,15	---	---
Minicial	19/04/2016	---	262,60	---	---	257,69	---	---	263,36	---	---	261,22	---	---
1º	21/04/2016	Inverno	260,68	-1,92	-0,73%	255,98	-1,71	-0,66%	261,17	-2,19	-0,83%	259,28	-1,94	-0,74%
2º	23/04/2016	Verão	260,53	-2,07	-0,79%	255,87	-1,82	-0,71%	261,00	-2,36	-0,90%	259,13	-2,08	-0,80%
3º	26/04/2015	Inverno	261,22	-1,38	-0,53%	256,43	-1,26	-0,49%	261,62	-1,74	-0,66%	259,76	-1,46	-0,56%
4º	28/04/2016	Verão	261,00	-1,60	-0,61%	256,47	-1,22	-0,47%	261,72	-1,64	-0,62%	259,73	-1,49	-0,57%
5º	29/04/2016	Inverno	260,28	-2,32	-0,88%	255,62	-2,07	-0,80%	260,72	-2,64	-1,00%	258,87	-2,34	-0,90%
6º	02/05/2016	Verão	261,29	-1,31	-0,50%	256,69	-1,00	-0,39%	261,87	-1,49	-0,57%	259,95	-1,27	-0,48%
7º	04/05/2016	Inverno	261,63	-0,97	-0,37%	257,37	-0,32	-0,12%	262,88	-0,48	-0,18%	260,63	-0,59	-0,23%
8º	06/05/2016	Verão	260,90	-1,70	-0,65%	256,34	-1,35	-0,52%	261,43	-1,93	-0,73%	259,56	-1,66	-0,64%
9º	07/05/2016	Inverno	260,47	-2,13	-0,81%	255,82	-1,87	-0,73%	260,90	-2,46	-0,93%	259,06	-2,15	-0,82%
10º	09/05/2016	Verão	260,44	-2,16	-0,82%	255,76	-1,93	-0,75%	260,84	-2,52	-0,96%	259,01	-2,20	-0,84%
11º	11/05/2016	Inverno	260,61	-1,99	-0,76%	255,87	-1,82	-0,71%	260,90	-2,46	-0,93%	259,13	-2,09	-0,80%
12º	13/05/2016	Verão	260,26	-2,34	-0,89%	255,48	-2,21	-0,86%	260,60	-2,76	-1,05%	258,78	-2,44	-0,93%
13º	16/05/2016	Inverno	261,27	-1,33	-0,51%	256,30	-1,39	-0,54%	261,38	-1,98	-0,75%	259,65	-1,57	-0,60%
14º	18/05/2016	Verão	261,70	-0,90	-0,34%	256,70	-0,99	-0,38%	261,84	-1,52	-0,58%	260,08	-1,14	-0,44%
15º	26/05/2016	Inverno	260,08	-2,52	-0,96%	255,25	-2,44	-0,95%	260,43	-2,93	-1,11%	258,59	-2,63	-1,01%

Amostra FX														
			Provete FX4			Provete FX5			Provete FX6			Valores médios de FX		
Nº Ciclo	Data	Ciclos	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa das amostras (g)	Δm (g)	Δm média (%)
16º	29/05/2016	Verão	260,58	-2,02	-0,77%	255,85	-1,84	-0,71%	261,11	-2,25	-0,85%	259,18	-2,04	-0,78%
17º	31/05/2016	Inverno	261,18	-1,42	-0,54%	256,15	-1,54	-0,60%	261,24	-2,12	-0,80%	259,52	-1,69	-0,65%
18º	02/06/2016	Verão	261,50	-1,10	-0,42%	256,49	-1,20	-0,47%	261,67	-1,69	-0,64%	259,89	-1,33	-0,51%
19º	03/06/2016	Inverno	260,10	-2,50	-0,95%	255,27	-2,42	-0,94%	260,37	-2,99	-1,14%	258,58	-2,64	-1,01%
20º	06/06/2016	Verão	260,60	-2,00	-0,76%	255,75	-1,94	-0,75%	260,82	-2,54	-0,96%	259,06	-2,16	-0,83%
21º	08/06/2016	Inverno	260,34	-2,26	-0,86%	255,51	-2,18	-0,85%	260,64	-2,72	-1,03%	258,83	-2,39	-0,91%
22º	10/06/2016	Verão	260,03	-2,57	-0,98%	255,16	-2,53	-0,98%	260,26	-3,10	-1,18%	258,48	-2,73	-1,05%
23º	14/06/2016	Inverno	260,64	-1,96	-0,75%	255,74	-1,95	-0,76%	260,92	-2,44	-0,93%	259,10	-2,12	-0,81%
24º	17/06/2016	Verão	260,00	-2,60	-0,99%	255,17	-2,52	-0,98%	260,32	-3,04	-1,15%	258,50	-2,72	-1,04%
25º	19/06/2016	Inverno	260,17	-2,43	-0,93%	255,84	-1,85	-0,72%	261,03	-2,33	-0,88%	259,01	-2,20	-0,84%
26º	21/06/2016	Verão	261,32	-1,28	-0,49%	256,38	-1,31	-0,51%	261,45	-1,91	-0,73%	259,72	-1,50	-0,57%
27º	23/06/2016	Inverno	259,76	-2,84	-1,08%	254,97	-2,72	-1,06%	260,12	-3,24	-1,23%	258,28	-2,93	-1,12%
28º	27/06/2016	Verão	260,22	-2,38	-0,91%	255,35	-2,34	-0,91%	260,66	-2,70	-1,03%	258,74	-2,47	-0,95%
29º	29/06/2016	Inverno	259,61	-2,99	-1,14%	254,90	-2,79	-1,08%	260,02	-3,34	-1,27%	258,18	-3,04	-1,16%
30º	03/07/2016	Verão	260,85	-1,75	-0,67%	256,04	-1,65	-0,64%	261,29	-2,07	-0,79%	259,39	-1,82	-0,70%

▪ **Amostra S**

Amostra S														
Nº Ciclo	Data	Ciclos	Provete S4			Provete S5			Provete S6			Valores médios de S		
			Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa das amostras (g)	Δm (g)	Δm média (%)
Minicial s/secagem	19/04/2016	---	224,80	---	---	223,95	---	---	228,98	---	---	225,91	---	---
Minicial	19/04/2016	---	209,72	---	---	208,67	---	---	213,58	---	---	210,66	---	---
1º	21/04/2016	Inverno	209,45	-0,27	-0,13%	208,43	-0,24	-0,12%	213,54	-0,04	-0,02%	210,47	-0,18	-0,09%
2º	23/04/2016	Verão	209,37	-0,35	-0,17%	208,51	-0,16	-0,08%	213,50	-0,08	-0,04%	210,46	-0,20	-0,09%
3º	26/04/2015	Inverno	208,55	-1,17	-0,56%	207,50	-1,17	-0,56%	213,76	0,18	0,08%	209,94	-0,72	-0,34%
4º	28/04/2016	Verão	209,77	0,05	0,02%	208,74	0,07	0,03%	213,51	-0,07	-0,03%	210,67	0,02	0,01%
5º	29/04/2016	Inverno	210,60	0,88	0,42%	208,25	-0,42	-0,20%	213,12	-0,46	-0,22%	210,66	0,00	0,00%
6º	02/05/2016	Verão	210,40	0,68	0,32%	209,56	0,89	0,43%	214,35	0,77	0,36%	211,44	0,78	0,37%
7º	04/05/2016	Inverno	210,70	0,98	0,47%	209,58	0,91	0,44%	213,96	0,38	0,18%	211,41	0,76	0,36%
8º	06/05/2016	Verão	209,72	0,00	0,00%	208,77	0,10	0,05%	213,55	-0,03	-0,01%	210,68	0,02	0,01%
9º	07/05/2016	Inverno	209,42	-0,30	-0,14%	208,52	-0,15	-0,07%	213,31	-0,27	-0,13%	210,42	-0,24	-0,11%
10º	09/05/2016	Verão	209,32	-0,40	-0,19%	208,40	-0,27	-0,13%	213,16	-0,42	-0,20%	210,29	-0,36	-0,17%
11º	11/05/2016	Inverno	209,35	-0,37	-0,18%	208,50	-0,17	-0,08%	213,41	-0,17	-0,08%	210,42	-0,24	-0,11%
12º	13/05/2016	Verão	209,11	-0,61	-0,29%	208,21	-0,46	-0,22%	213,04	-0,54	-0,25%	210,12	-0,54	-0,25%
13º	16/05/2016	Inverno	209,60	-0,12	-0,06%	208,56	-0,11	-0,05%	213,33	-0,25	-0,12%	210,50	-0,16	-0,08%
14º	18/05/2016	Verão	209,91	0,19	0,09%	208,63	-0,04	-0,02%	213,53	-0,05	-0,02%	210,69	0,03	0,02%
15º	26/05/2016	Inverno	208,68	-1,04	-0,50%	207,90	-0,77	-0,37%	212,83	-0,75	-0,35%	209,80	-0,85	-0,41%

Amostra S														
Nº Ciclo	Data	Ciclos	Provete S4			Provete S5			Provete S6			Valores médios de S		
			Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa das amostras (g)	Δm (g)	Δm média (%)
16º	29/05/2016	Verão	208,95	-0,77	-0,37%	208,13	-0,54	-0,26%	212,99	-0,59	-0,28%	210,02	-0,63	-0,30%
17º	31/05/2016	Inverno	209,33	-0,39	-0,19%	208,40	-0,27	-0,13%	213,18	-0,40	-0,19%	210,30	-0,35	-0,17%
18º	02/06/2016	Verão	209,20	-0,52	-0,25%	208,29	-0,38	-0,18%	213,11	-0,47	-0,22%	210,20	-0,46	-0,22%
19º	03/06/2016	Inverno	208,74	-0,98	-0,47%	207,93	-0,74	-0,35%	212,72	-0,86	-0,40%	209,80	-0,86	-0,41%
20º	06/06/2016	Verão	208,94	-0,78	-0,37%	208,16	-0,51	-0,24%	212,90	-0,68	-0,32%	210,00	-0,66	-0,31%
21º	08/06/2016	Inverno	208,87	-0,85	-0,41%	208,04	-0,63	-0,30%	212,79	-0,79	-0,37%	209,90	-0,76	-0,36%
22º	10/06/2016	Verão	208,67	-1,05	-0,50%	207,83	-0,84	-0,40%	212,63	-0,95	-0,44%	209,71	-0,95	-0,45%
23º	14/06/2016	Inverno	208,94	-0,78	-0,37%	208,06	-0,61	-0,29%	212,70	-0,88	-0,41%	209,90	-0,76	-0,36%
24º	17/06/2016	Verão	208,68	-1,04	-0,50%	207,84	-0,83	-0,40%	212,59	-0,99	-0,46%	209,70	-0,95	-0,45%
25º	19/06/2016	Inverno	209,34	-0,38	-0,18%	208,34	-0,33	-0,16%	213,09	-0,49	-0,23%	210,26	-0,40	-0,19%
26º	21/06/2016	Verão	209,05	-0,67	-0,32%	208,01	-0,66	-0,32%	212,84	-0,74	-0,35%	209,97	-0,69	-0,33%
27º	23/06/2016	Inverno	208,51	-1,21	-0,58%	207,66	-1,01	-0,48%	212,43	-1,15	-0,54%	209,53	-1,12	-0,53%
28º	27/06/2016	Verão	208,65	-1,07	-0,51%	207,81	-0,86	-0,41%	212,42	-1,16	-0,54%	209,63	-1,03	-0,49%
29º	29/06/2016	Inverno	208,42	-1,30	-0,62%	207,57	-1,10	-0,53%	212,20	-1,38	-0,65%	209,40	-1,26	-0,60%
30º	03/07/2016	Verão	209,09	-0,63	-0,30%	208,12	-0,55	-0,26%	212,63	-0,95	-0,44%	209,95	-0,71	-0,34%

▪ **Amostra C**

Amostra C														
Nº Ciclo	Data	Ciclos	Provete C4			Provete C5			Provete C6			Valores médios de C		
			Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa das amostras (g)	Δm (g)	Δm média (%)
Minicial s/secagem	19/04/2016	---	261,81	---	---	262,12	---	---	263,82	---	---	262,58	---	---
Minicial	19/04/2016	---	239,90	---	---	240,38	---	---	241,00	---	---	240,43	---	---
1º	21/04/2016	Inverno	244,10	0,00	0,00%	244,58	0,00	0,00%	245,65	0,00	0,00%	244,78	0,00	0,00%
2º	23/04/2016	Verão	244,04	-0,06	-0,02%	244,52	-0,06	-0,02%	245,56	-0,09	-0,04%	244,71	-0,07	-0,03%
3º	26/04/2015	Inverno	244,79	0,69	0,28%	245,10	0,52	0,21%	245,78	0,13	0,05%	245,22	0,45	0,18%
4º	28/04/2016	Verão	244,65	0,55	0,23%	245,02	0,44	0,18%	245,87	0,22	0,09%	245,18	0,40	0,16%
5º	29/04/2016	Inverno	243,89	-0,21	-0,09%	244,25	-0,33	-0,13%	245,19	-0,46	-0,19%	244,44	-0,33	-0,14%
6º	02/05/2016	Verão	245,61	1,51	0,62%	245,99	1,41	0,58%	247,14	1,49	0,61%	246,25	1,47	0,60%
7º	04/05/2016	Inverno	245,84	1,74	0,71%	245,90	1,32	0,54%	246,40	0,75	0,31%	246,05	1,27	0,52%
8º	06/05/2016	Verão	244,60	0,50	0,20%	244,92	0,34	0,14%	245,87	0,22	0,09%	245,13	0,35	0,14%
9º	07/05/2016	Inverno	244,26	0,16	0,07%	244,61	0,03	0,01%	245,56	-0,09	-0,04%	244,81	0,03	0,01%
10º	09/05/2016	Verão	243,95	-0,15	-0,06%	244,25	-0,33	-0,13%	245,16	-0,49	-0,20%	244,45	-0,32	-0,13%
11º	11/05/2016	Inverno	244,41	0,31	0,13%	244,72	0,14	0,06%	245,58	-0,07	-0,03%	244,90	0,13	0,05%
12º	13/05/2016	Verão	243,58	-0,52	-0,21%	243,89	-0,69	-0,28%	244,83	-0,82	-0,33%	244,10	-0,68	-0,28%
13º	16/05/2016	Inverno	244,40	0,30	0,12%	244,49	-0,09	-0,04%	245,34	-0,31	-0,13%	244,74	-0,03	-0,01%
14º	18/05/2016	Verão	244,59	0,49	0,20%	244,70	0,12	0,05%	245,58	-0,07	-0,03%	244,96	0,18	0,07%
15º	26/05/2016	Inverno	243,42	-0,68	-0,28%	243,82	-0,76	-0,31%	244,79	-0,86	-0,35%	244,01	-0,77	-0,31%
16º	29/05/2016	Verão	243,76	-0,34	-0,14%	243,96	-0,62	-0,25%	245,37	-0,28	-0,11%	244,36	-0,41	-0,17%

Amostra C														
Nº Ciclo	Data	Ciclos	Provete C4			Provete C5			Provete C6			Valores médios de C		
			Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa da amostra (g)	Δm (g)	Δm (%)	Massa das amostras (g)	Δm (g)	Δm média (%)
17º	31/05/2016	Inverno	244,42	0,32	0,13%	244,36	-0,22	-0,09%	245,25	-0,40	-0,16%	244,68	-0,10	-0,04%
18º	02/06/2016	Verão	243,85	-0,25	-0,10%	244,83	0,25	0,10%	245,32	-0,33	-0,13%	244,67	-0,11	-0,04%
19º	03/06/2016	Inverno	243,52	-0,58	-0,24%	243,82	-0,76	-0,31%	244,80	-0,85	-0,35%	244,05	-0,73	-0,30%
20º	06/06/2016	Verão	243,56	-0,54	-0,22%	244,09	-0,49	-0,20%	245,10	-0,55	-0,22%	244,25	-0,53	-0,22%
21º	08/06/2016	Inverno	243,76	-0,34	-0,14%	244,08	-0,50	-0,20%	245,01	-0,64	-0,26%	244,28	-0,49	-0,20%
22º	10/06/2016	Verão	243,31	-0,79	-0,32%	243,72	-0,86	-0,35%	244,69	-0,96	-0,39%	243,91	-0,87	-0,36%
23º	14/06/2016	Inverno	243,75	-0,35	-0,14%	243,93	-0,65	-0,27%	244,84	-0,81	-0,33%	244,17	-0,60	-0,25%
24º	17/06/2016	Verão	243,35	-0,75	-0,31%	243,60	-0,98	-0,40%	244,58	-1,07	-0,44%	243,84	-0,93	-0,38%
25º	19/06/2016	Inverno	244,30	0,20	0,08%	244,36	-0,22	-0,09%	245,26	-0,39	-0,16%	244,64	-0,14	-0,06%
26º	21/06/2016	Verão	244,07	-0,03	-0,01%	244,24	-0,34	-0,14%	244,97	-0,68	-0,28%	244,43	-0,35	-0,14%
27º	23/06/2016	Inverno	243,12	-0,98	-0,40%	243,43	-1,15	-0,47%	244,4	-1,25	-0,51%	243,65	-1,13	-0,46%
28º	27/06/2016	Verão	243,50	-0,60	-0,25%	243,74	-0,84	-0,34%	244,63	-1,02	-0,42%	243,96	-0,82	-0,33%
29º	29/06/2016	Inverno	243,08	-1,02	-0,42%	243,40	-1,18	-0,48%	244,34	-1,31	-0,53%	243,61	-1,17	-0,48%
30º	03/07/2016	Verão	243,48	-0,62	-0,25%	243,91	-0,67	-0,27%	244,71	-0,94	-0,38%	244,03	-0,74	-0,30%

B.3. Ensaio de determinação da planeza

B.3.1. Fase A – Amostras sem envelhecimento artificial acelerado

Amostra	Provete	P1 (mm)	P2(mm)	Média P2(mm)	P3 (mm)	Média P3 (mm)	Y _{min} (mm)	Y _{máx} (mm)	S _{máx} (mm)	Valor médio de S _{máx}
AP	AP1		-0,09		-0,36		-0,36	0	0,36	0,50
	AP2	0,00	0,22	0,15	-0,49	-0,32	-0,49	0,22	0,71	
	AP3		0,31		-0,12		-0,12	0,31	0,43	

B.3.2. Fase B – Amostras submetidas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado

Amostras	Provetes	P1 (mm)	P2 (mm)	Média P2 (mm)	P3 (mm)	Média P3 (mm)	Y _{min} (mm)	Y _{máx} (mm)	S _{máx} (mm)	Valor médio de S _{máx}
A	A4		-0,03		-0,37		-0,37	0,00	0,37	0,43
	A5	0,00	-0,44	-0,20	-0,54	-0,43	-0,54	0,00	0,54	
	A6		-0,12		-0,39		-0,39	0,00	0,39	
F	F4		-0,12		0,27		-0,12	0,27	0,39	0,55
	F5	0,00	-0,46	-0,29	0,24	-0,02	-0,46	0,24	0,70	
	F6		-0,28		-0,57		-0,57	0,00	0,57	
L	L4		0,12		-0,28		-0,28	0,12	0,40	0,29
	L5	0,00	-0,25	0,00	0,10	-0,06	-0,25	0,10	0,35	
	L6		0,12		-0,01		-0,01	0,12	0,13	
T	T4		0,20		-0,30		-0,30	0,20	0,50	0,48
	T5	0,00	-0,24	-0,15	0,29	-0,02	-0,24	0,29	0,53	
	T6		-0,41		-0,05		-0,41	0,00	0,41	
AP	AP4		-0,29		-0,44		-0,44	0,00	0,44	0,47
	AP5	0,00	0,19	-0,16	-0,19	-0,41	-0,19	0,19	0,38	
	AP6		-0,39		-0,59		-0,59	0,00	0,59	
FX	FX4		-0,11		-0,06		-0,11	0,00	0,11	0,18
	FX5	0,00	0,23	-0,03	0,08	-0,06	0,00	0,23	0,23	
	FX6		-0,21		-0,19		-0,21	0,00	0,21	
F/	F/4		-0,19		-0,09		-0,19	0,00	0,19	0,45
	F/5	0,00	-0,28	-0,20	0,38	-0,07	-0,28	0,38	0,66	
	F/6		-0,14		-0,50		-0,50	0,00	0,50	
S	S4		-0,07		-0,60		-0,60	0,00	0,60	0,49
	S5	0,00	-0,26	-0,17	-0,06	-0,42	-0,26	0,00	0,26	
	S6		-0,17		-0,60		-0,60	0,00	0,60	
C	C4		-0,53		0,61		-0,53	0,61	1,14	0,72
	C5	0,00	-0,05	-0,47	0,15	0,18	-0,05	0,15	0,20	
	C6		-0,82		-0,23		-0,82	0,00	0,82	

B.4. Ensaio de condutividade térmica

B.4.1. Fase A – Amostras sem envelhecimento artificial acelerado

Amostra	Provete	Características do provete						Condições de ensaio				Resultado do ensaio				
		Espess.	Espess. média	M _{inicial}	M _{inicial} média	M _{final}	M _{final} média	Direcção / sentido do fluxo	Período min. de estabiliz ação do fluxo	Temp. face quente	Temp. face fria	Δm	Δm média	Cond. térmica	Cond. térmica média	Cond. térmica SD
		(mm)	(mm)	(g)	(g)	(g)	(g)		(h)	(°C)	(°C)	(g)	(g)	(mW/m°C)	(mW/m°C)	(mW/m°C)
A	A7	59,67	59,60	17,03	17,52	16,60	17,10	Descendente	6	60	40	-0,43	-0,41	51,297	52,01	0,76
	A8	59,66		17,99		17,60						-0,39		52,049		
	A9	59,56		16,77		16,36						-0,41		51,628		
	A10	59,52		18,28		17,85						-0,43		53,056		
F	F7	59,88	59,90	18,31	17,69	17,73	17,16		-0,58	-0,53	54,207	54,58	0,91			
	F8	60,06		17,75		17,29			-0,46		55,733					
	F9	60,20		16,73		16,18			-0,55		54,768					
	F10	59,48		17,96		17,45			-0,51		53,600					
F/	F/7	60,83	60,43	13,01	14,48	12,78	14,29		-0,23	-0,18	47,687	47,78	0,40			
	F/8	60,29		14,97		14,83			-0,14		48,169					
	F/9	60,36		16,24		15,98			-0,26		47,264					
	F/10	60,25		13,68		13,58			-0,10		48,016					
S	S7	59,95	60,03	16,59	17,71	16,41	17,50		-0,18	-0,21	45,349	46,58	1,58			
	S8	60,05		18,85		18,70			-0,15		48,731					
	S9	59,74		17,10		16,79			-0,31		46,800					
	S10	60,38		18,28		18,09			-0,19		45,429					

B.4.2. Fase B – Amostras submetidas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado

Amostra	Provete	Características do provete						Condições de ensaio				Resultado do ensaio				
		Espess.	Espess. média	M _{inicial}	M _{inicial} média	M _{final}	M _{final} média	Direcção /sentido do fluxo	Período min. de estabilização do fluxo	Temp. face quente	Temp. face fria	Δm	Δm média	Cond. térmica	Cond. térmica média	Cond. térmica SD
		(mm)	(mm)	(g)	(g)	(g)	(g)		(h)	(°C)	(°C)	(g)	(g)	(mW/m°C)	(mW/m°C)	(mW/m°C)
A	A7E	62,72	62,20	12,84	12,59	12,70	Descendente	6	60	40	-0,14	-0,12	47,706	46,13	1,76	
	A8E	61,60		12,43		12,35					-0,08		47,602			
	A9E	62,28		12,21		12,12					-0,09		44,635			
	A10E	62,20		12,87		12,69					-0,18		44,583			
F	F7E	62,00	62,17	16,51	16,69	16,16		-0,35	-0,27	46,637	49,06	2,80				
	F8E	62,54		16,35		16,12		-0,23		51,587						
	F9E	62,01		16,65		16,45		-0,20		51,373						
	F10E	62,12		17,24		16,95		-0,29		46,643						
F/	F/7E	61,36	61,49	18,97	19,53	18,70		-0,27	-0,20	47,999	49,51	1,34				
	F/8E	61,31		18,42		18,30		-0,12		48,824						
	F/9E	61,40		20,00		19,77		-0,23		50,257						
	F/10E	61,88		20,72		20,54		-0,18		50,964						
S	S7E	62,08	61,48	16,20	16,60	16,01		-0,19	-0,22	49,738	48,39	1,97				
	S8E	61,90		17,15		16,87		-0,28		49,067						
	S9E	61,32		17,59		17,43		-0,16		49,279						
	S10E	60,62		15,47		15,21		-0,26		45,457						